Beobachtungen über die Denudation im Spitzingseegebiet

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Ludwig-Maximilians-Universität

zu München

vorgelegt von

Rudolf Klinger

München

Beobachtungen über die Denudation im Spitzingseegebiet

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Ludwig-Maximilians-Universität

zu München

vorgelegt von

Rudolf Klinger

München

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

5349/60

Berichterstatter: Prof. Dr. H. Louis
Tag der mündlichen Prüfung: 27. 5. 1959

Die Arbeit wurde veröffentlicht in den Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, Band 44, 1959.

Satz und Druck: Buchdruckerei Michael Laßleben, Kallmünz über Regensburg

INHALT

1. Bisherige Untersuchungen über Hangabtragung 38
2. Die Problemstellung 39
3. Die Untersuchungen und ihre Ergebnisse 40
   a) Beobachtungen allgemeiner Art 42
   b) Kleinformen als Typen der Abtragung 45
      Zerr 45
      Schub 47
      Zerr und Schub in ihrer Verbreitung über die Hänge 49
   c) Die Messungen 52
      Steckerlreihen 52
      Lotlinien 57
      Theodolit-Steckerl 68
4. Zusammenfassung — Vergleich 74
5. Literatur 76
6. Anlagen (Karte, Aufnahmen, graphische Darstellung)

Vorwort

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis jahrelanger Beobachtungen der Abtragungsvorgänge auf den Almhängen rings um den Spitzingsee. Die Anregung hierzu verdanke ich Herrn Prof. Dr. H. Louis. Er gab mir aber nicht nur manchen guten Hinweis, sondern nahm sich trotz seiner großen Arbeitsüberlastung noch die Zeit, mehrere Male mit in die Berge zu gehen, um auch dort mit Rat und Tat weiterzuhelfen. Ihm sei hier an erster Stelle für seine stete Anteilnahme herzlichst gedankt. Auch Herrn Prof. Dr. H. Fehn möchte ich danken für manche Arbeit und Mühe, die er bei der Drucklegung auf sich genommen hat. Dank schulde ich auch dem Photogrammetrischen Institut der Technischen Hochschule München für die Überlassung der Meßgeräte und dem Deutschen Alpenverein für einen großzügigen Druckkostenzuschuß.

Innigster Dank aber gebührt meiner lieben Frau, die allen Unbilden der Witterung zum Trotz so tapfer im Gelände ausharrte und half, wo immer sie konnte.

Möge die Arbeit, die ja nur in Einzelbereichen einen gewissen Abschluß aufweist, zu weiteren Forschungen in unseren schönen Bergen anregen!

1. Bisherige Untersuchungen über Hangabtragung

In der Geomorphologie wird versucht, die Oberflächenformen zu beschreiben und zu analysieren, sowie ihre Entstehung und die Wirkung der gestaltenden Kräfte zu erklären. Dies trifft insbesondere auf alle Vorgänge der Denudation zu, die „alle Formen nasser und trokkener Massenbewegungen . . . außerhalb der Gerinne" (W. Penck) umfassen. Um die Intensität und Quantität solcher Abtragungsvorgänge ermitteln zu können, war man bisher vielfach auf Schlußfolgerungen angewiesen, wie sie sich aus der Beobachtung ausgebuchteter Stützmauern, mit Feinerde und Schlamm aufgefüllter, horizontal verlaufender Gräben und Einmuldungen usw. ergaben.

Besonders aufschlußreich erscheinen in dieser Hinsicht die „Neuen vergleichenden Untersuchungen über den Bodenabtrag an bewaldeten und unbewaldeten Hangflächen in Nordrheinland" von G. Wandel. Die zahlreichen, mit Erdbohrern ermittelten Bodenprofile wurden in den nördlichen Gebieten des Rheinischen Schiefergebirges erstellt und liegen weit unter der 500 m-Isohypse. Entsprechend der wasser- und landwirtschaftlichen Ausrichtung der Arbeit wurde ein verhältnismäßig großes Gebiet mit vorwiegend Wald- und Ackerboden mehr sporadisch bearbeitet. Im Endergebnis zeigt sich ein sehr viel stärkeres Abwandern des Ackerbodens gegenüber dem Waldboden, ausgeprägt in sogenannten „Waldrandstufen" (an der Grenze Wald-Wiese finden sich keine Stufen). Ganz allgemein wurde eine Zunahme der Denudation auf den Ackerböden seit der Beseitigung horizontal verlaufender Heckenreihen, die eine Art Terrassierung der Hangflächen verursacht hatten, festgestellt. So ergab sich also aus der Auswertung der Bodenprofile die Möglichkeit, einen Überblick über Ausmaß und Vorgang der Denudation (in diesem Zusammenhang hauptsächlich Bodenabspülung) zu erhalten.

Auch die Untersuchungen von J. Schmid über den „Bodenfrost als morphologischen Faktor" bezogen sich auf ähnliche Grundlagen, bleiben ebenfalls in den unteren Partien des Mittelgebirges (Rhein-Maingebiet) und im wesentlichen auf Ackerböden. Andererseits wurde das Hauptaugenmerk auf den Bodenfrost und seine Auswirkungen gelegt. Diese wurden „mit naturwissenschaftlichen Methoden nach Wirkursachen, Beziehungsverhältnissen und Auswirkungen" erforscht. Mit Hilfe von Meßbrücken und anderen Vorrichtungen wurde die direkte Frosthebung über natürlichem Boden millimetergenau erfaßt und daraus schließlich eine Abwanderung der obersten 1—5 cm mächtigen Bodenschicht auf den 25—30° geneigten Hängen um 10—15 mm pro Winter in niederen Lagen unter verhältnismäßig milden Frosteinwirkungen erschlossen.

Das Eingehen auf ähnliche Arbeiten erübrigt sich, da sie m. E. nicht so unmittelbar mit der Hangabtragung in Zusammenhang stehen.

Kartierung von Denudationsformen im Spitzingseegebiet

bearbeitet von R. Klinger

Legende

- ZERR schwach
- ZERR stark
- SCHUB schwach
- SCHUB stark
- Großflächiger SCHUB

Hang-Fallinie

- ZERR schwach steindurchsetzt
- ZERR stark steindurchsetzt
- SCHUB schwach steindurchsetzt
- SCHUB stark steindurchsetzt

- stark ausgetretene Viehgangeln
- Steckerlreihen
- Lotlinien-Steckerl
- Theodolit-Steckerl

M. 1:25000

Unbewaldete Flächen ohne Eintragung: Hangpartien, die im großen ganzen weder ZERR noch SCHUB aufweisen

Kartengrundlage: Positionsblätter 1:25000 Nr. 841/866 u. 842
Bayer. Landesvermessungsamt

Druck: Bayer. Landesvermessungsamt München 1959

Vervielfältigungsrecht vorbehalten

2. Die Problemstellung

Die vorliegende Arbeit fußt auf den Ergebnissen jahrelanger Beobachtungen der Abtragungsvorgänge auf den Almböden des Spitzinggebietes. Diese liegen in Höhen von 1 100 m bis 1 600 m. Dabei wurden neben einer Darstellung der Kleinformen, in denen das Abwandern des Bodens vor sich geht, und einer flächenhaften Kartierung dieser Denudationsformen auch noch Anhaltspunkte für die Ausmaße der Abtragung in diesem Gebiet gewonnen.

Im einzelnen ging die Bearbeitung dieser Aufgaben von der Überlegung aus, daß die Grasnarbe auf den Matten und Almwiesen vielfach grasfreie Stellen, Wülste, kleine Anrisse usw. aufweist und dadurch von einer ungleichmäßigen Beanspruchung zeugt. Es ergab sich somit die Frage:

„Wie, auf welche Art und in welchen Formen geht auf den Almböden mittlerer Höhenlage die Denudation vor sich, und welche Ausmaße erreicht sie?"

Neben einer Klassifizierung der einzelnen Formen mußten diese also in ihrer Entstehung und Weiterbildung analysiert und in ein verhältnismäßig einfaches System gebracht werden, auf dem dann eine Kartierung des Gebietes beruhen konnte. Aus all dem ergab sich schließlich noch die Forderung nach einem Überblick über die Größenordnung, in der die Abtragung, wenigstens an einzelnen Stellen, vor sich geht.

Sowohl für die Darstellung der Formen als auch für die richtige Einschätzung der Quantität des bewegten Bodens mußten u. a. folgende 4 Gesichtspunkte herangezogen werden:

1. Das **Ausgangsgestein** der Almwiesen bildet neben den Kössener Schichten (vorwiegend Kalkmergel, z. T. sehr schmierig) im Gebiet der Oberen Schönfeldalmen (nördlich der Wilden Fräulein und Richtung Tanzeck), des Lochgrabens und Telegraphenhanges (Obere Maxlrainer-Alm) im Ostteil und dem Stümpfling (Lyra-Skiabfahrt) im Westen vor allem der Lias in seinen verschiedenen Ausbildungen. Lias-Fleckenmergel finden sich in der großen Mulde zwischen dem Rauhkopf und der Schnittlauchmoos-Alm sowie an dem intensiv untersuchten süd- und westexponierten Hang der Wilden Fräulein. Auch fast das ganze Firstalmgebiet, besonders die Nordhänge bei den „Dreitannen" und der Südteil des Bodenschneid-Osthanges liegen auf Lias.

Über die Almwiesen hin sind zahlreiche, verschieden große Felsblöcke verstreut, die entweder von den benachbarten Oberrhätkalkwänden und Plattenkalkhängen herabgestürzt sind, oder aus dem Anstehenden (Fleckenkalke, rote Liaskalke, Kieselkalke) stammen.

2. Die **Steilheit** ist auf den einzelnen Gehängen ziemlich verschieden. Sie reicht bis etwa 50°, schwankt aber i. a. zwischen 20 und 40° und ist nur selten über größere Flächen hin einheitlich. Es mußten daher zahlreiche Einzelmessungen vorgenommen werden, um speziell bei besonderen Denudationsformen oder überraschend großen bzw. kleinen Beträgen der Abwanderung Zusammenhänge aufdecken zu können.

3. Die **Formen am Hang** wurden vor allem im Hinblick auf die Ausbildung von Kleinformen der Denudation stark berücksichtigt. Hinsichtlich des Längsprofils wurden Kanten und Knicke, konvexe und konkave Ausbildung besonders beachtet. Dies ermöglichte wichtige Rückschlüsse auf Form und Intensität der Abtragung. Auch in bezug auf das Querprofil zeigten die Gräben, Mulden und Rücken gelegentlich typische Sonderformen der Denudation. Allgemein aber erwiesen sich die oft nur wenige qm großen und nach allen Richtungen hin konvexen Buckel bzw. konkaven Dellen als besonders günstig für die Ausbildung von Denudations-Kleinformen.

4. Die **Exposition** ergab im Verlauf der Untersuchungen im Zusammenhang mit der Steilheit der einzelnen Hangpartien die wichtigsten Aufschlüsse. Neben der Dauer und dem Einfallswinkel der Sonnenstrahlen, erforderten hier auch die Wind- und Niederschlagsverhältnisse entsprechende Beachtung, um speziell die Durchfeuchtung des Bodens während der einzelnen Jahreszeiten besser erfassen zu können.

3. Die Untersuchungen und ihre Ergebnisse

Infolge der günstigen verkehrsgeographischen Lage des Spitzinggebietes war es möglich, immer wieder die einzelnen Hänge zu begehen und während besonders wichtiger Perioden (Sommertrockenheit, Herbstregen, Schneeschmelze) auch das Wochenende hierfür zu verwenden. Nach Erarbeitung der Grundlagen konnten in den Jahren 1954—56/57 die Denudationsformen kartiert werden, während in den Sommern 1957 und 1958 die ausschlaggebenden Messungen durchgeführt wurden. Infolge dieser wiederholten Begehungen und Messungen konnten in den Ergebnissen manche Unklarheiten, wie sie bei einer kürzeren Zeitspanne unweigerlich auftreten mußten, geklärt werden.

Um Formen und Vorgang der Abtragung eingehend studieren zu können, wurden zunächst einige wenige Hänge genau beobachtet und untersucht. Sodann wurden kleine Stäbchen in den Boden gesteckt, die für den Weidebetrieb keine Gefahr darstellten, und von Fixpunkten im anstehenden Fels aus wiederholt vermessen; dabei war jedoch eine gleichmäßige Verteilung nach Höhenstufen und Exposition nicht möglich.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen führten hinsichtlich der Formen, in denen die Abtragung an den Almhängen vor sich geht, zur Feststellung zweier verschiedenartiger Denudationstypen: **Zerr** und **Schub.**

In **Zerr**-Gebieten unterliegt der Rasen mehr oder minder starken Spannungen. Dies wird erkennbar in Zerrungsrissen und Zerrflächen, entlang denen die Rasenfläche aufreißt, wobei der untere Teil gelegentlich treppenförmig absitzt. Zerrungsgebiete sind i. a. konvexe, südexponierte Hangpartien, sowie die meist kurzen, steilen seitlichen Gehänge der Gräben und Racheln. An horizontal verlaufenden, scharfen Kanten reichen sie, wiederum besonders in Südexposition, auch noch in das flachere Stück oberhalb hinauf und verlieren sich dann nach einigen Metern.

In den **Schub**-Gebieten kommt es infolge von Stauungen zu mehr oder minder großflächigen Druckwülsten und kleineren Überschiebungen. Dabei erscheinen die einzelnen Graswasen vielfach nach unten eingerollt unnd übereinander gelagert. Neben einer konkaven Hangform ist starke Durchfeuchtung des Erdreichs eine wichtige Voraussetzung für das Auftreten von **Schub**-Formen. Sie kommen daher besonders häufig an nordexponierten Hängen, in Quellmulden und versumpften Teilstrecken der Gräben vor.

Daneben findet die Abtragung an gleichmäßig geneigten, mittelsteilen Hängen (20—30°) in einer Art Gleichgewichtszustand statt, wobei nur sporadisch einzelne **Schub-** bzw. **Zerr**-Formen auftreten, im übrigen aber allem Anschein nach, etwa gleich viel Boden von oben her angeliefert wird, als unterhalb dieser Flächen abwandert.

Die Messung der Bewegungen an diesen Hängen wurden mit 10 cm langen Stäbchen, die also nicht über die normale Mächtigkeit der Graswasen in den Boden reichten, durchgeführt. Sie ergaben angesichts der Zahl von zwei- bis dreitausend zerbrochenen bei insgesamt sechstausend im Laufe eines Sommers eingemessenen Steckerln einen Anhaltspunkt für die Beanspruchung der Rasendecke durch die Hufe des Almviehs.

Hinsichtlich der Bewegung der obersten Bodenschicht zeigte sich, daß diese an den Süd- und Westhängen in 1 200 bis 1 500 m Höhe ein sehr uneinheitlicher Vorgang ist. Insbesondere konnte bei jenen Steckerln, die innerhalb der **Zerr**-Gebiete auf grasfreie Stellen gesteckt worden waren, keine nennenswerte Abwanderung festgestellt werden. Sie waren aber vielfach von Erdreich, das sich in trockenen Zeiten (Frühjahr, Spätherbst) aus den Wurzeln der Gräser oberhalb löste, überdeckt. Die durchschnittliche Bewegungsstrecke der im Grase steckenden dagegen kann mit 2—4 mm pro Jahr angegeben werden.

An den nordexponierten Hängen (besonders im Gebiet der Dreitannen) hatten die Steckerl zwischen Oktober und Mai durchschnittlich 8—10 mm zurückgelegt, wobei jedoch zu beachten ist, daß zwi-

schen Dezember und März/April das ganze Untersuchungsgebiet unter einer 0,5—1,5 m mächtigen Schneedecke lag. In der Zeit von Mai bis August dagegen war die Abwanderung des Bodens kaum nennenswert. Besonders aufschlußreich jedoch ist, daß jedes der etwa 60 Steckerl an diesem Hang seinen Standort verändert hat. In Verbindung mit den Beobachtungen an anderen nordseitigen Hängen ergibt sich somit der Eindruck eines zusammenhängenden, geschlossenen Gleitens, wobei sich die Bodendecke den Unebenheiten des Untergrundes ohne auseinanderzureißen anschmiegt. Sicherlich ist der Wasserreichtum des Bodens an den nordseitigen Hängen mit der geringeren Verdunstung und der langsamer abschmelzenden Schneedecke in den Mulden und Dellen eine der Hauptursachen. Innerhalb einzelner **Schub**-Formen wurden dort sogar Strecken von 15—18 mm gemessen.

Ein Vergleich von Nord- und Südhängen in bezug auf die Menge des abwandernden Bodens zeigt ein wohl nur geringfügiges Überwiegen der Denudation in Nordexposition, da ja im Frühjahr und Sommer, wenn die Nordhänge zeitweise „trocken liegen" und somit kaum Bewegung aufweisen, an den ausgetrockneten Südhängen ein beständiges Herabrieseln (und bei Platzregen Herabspülen) von Erdreich zu beobachten war. Allerdings deuten einige Akkumulationsflächen am Fuße von Nordhängen und damit im Zusammenhang ein Abdrängen des Baches an die Südseite heran auf eine stärkere Abwanderung an Hängen in Nordexposition, wenigstens in dem betreffenden Talabschnitt.

a) Beobachtungen allgemeiner Art

Neben einfachen Beobachtungen, wie sie sich aus den Veränderungen am Damm einer im Jahre 1919 erbauten Feldbahn, an alten Forstwegen und überwachsenen Felsrippen oder ausgebuchteten Stützmauern ergaben, erwies sich als besonders aufschlußreich das Studium kleiner und kleinster Rasenpartien, die oft nur wenige qdm groß waren.

So zeigten sich, besonders an den Hängen in Süd- und Westexposition in allen Höhen zwischen 1 100 m und 1 600 m etwa handtellergroße, grasfreie Flecken, die gegenüber ihrer Umgebung i. a. um einige Zentimeter eingetieft waren. Sie rührten in ihrer überwiegenden Mehrzahl offensichtlich vom Tritt der Almrinder her, die die Grasnarbe an diesen Stellen heraustraten bzw. zerstörten. Die Beobachtung der weidenden Tiere ergab, daß eigentlich nur unter besonderen Umständen die Rasendecke verletzt wird. Dies geschieht vor allem bei den Sprüngen des Jungviehs und beim Ausgleiten an steileren Stellen. Aber auch auf stark wasserdurchtränktem Boden sinken die Kühe oft so tief ein, daß an den betreffenden Stellen ge-

legentlich 8—10 „Kuhtritte" pro qm gezählt werden konnten. Allgemein war eine deutliche Zunahme solcher Narben mit der Steilheit, besonders trockener Hangpartien, festzustellen. Dies erklärt sich einerseits aus dem spitzeren Winkel, mit dem der Huf auftrifft, andererseits aber unterliegt der Boden gerade an steileren Hängen gewissen Spannungen, die ein Auseinanderreißen begünstigen und vor allem das Zusammenwachsen hemmen.

Über den Winter in solchen Kuhtritten steckende Stäbchen zeigten häufig Auffriererscheinungen, blieben jedoch i. a. ortsfest.

Andererseits aber findet die Abtragung hier auf kleinstem Raum statt. In trockenen Zeiten lösen sich laufend einzelne Krümel des Erdreichs aus dem oberhalb befindlichen Wurzelwerk der Gräser und kullern, ähnlich dem Vorgang in einer Kiesgrube, einige Zentimeter herab, um dann unten in den Grashalmen wieder aufgefangen zu werden. Auf diese Weise erhöht sich der tiefer liegende, verhältnismäßig flache Teil eines solchen Kuhtrittes um durchschnittlich 1—2 cm pro Jahr. Ähnliches wurde allerdings auch bei Platzregen beobachtet, während bei feuchtem Erdreich kein Abbröckeln bzw. Ausschwemmen erfolgte. So verflacht sich ganz allmählich diese kleine Grube, der oben überhängende Graswasen senkt sich und es kommt nun erst, durchschnittlich im dritten Sommer, wieder zu einer zusammenhängenden Rasendecke. Befinden sich solche Stellen jedoch an kleinen konvexen Hangpartien oder Rücken steilerer Hänge (30—40°), so geht dieses „Verheilen" langsamer vor sich und es bleiben noch jahrelang solche „Narben" als 1—2 cm breite und etwa 10 cm lange Risse zurück, deren oberer Rand meist um einige Zentimeter höher liegt, während der untere Teil bedeutend flacher ist.

Im Gegensatz dazu ist die Rasendecke an allen flachen und muldenförmigen Hangpartien einheitlicher und geschlossener. Wenn auch die Hauptursache in der geringeren Verletzbarkeit durch die Hufe infolge der größeren Trittfläche liegt, so konnte doch auch ein verhältnismäßig rasches Verheilen im Inneren von Dellen und anderen konkaven Stellen festgestellt werden. Vielfach waren in den kleineren Vertiefungen zur Zeit des Almauftriebes keine Kuhtritte bzw. deren Narben mehr zu finden, während gegen den Rand zu noch eine deutliche Altersstufung zu erkennen war.

Nach länger anhaltendem Regen kam es häufig vor, daß die Kühe an steileren Stellen abrutschten und dabei die Graswasen in einer Länge von 30—40 cm abschürften. Diese Flächen verheilten jedoch ziemlich rasch (1—2 Jahre), obwohl gerade an ihnen kein stärkeres Abbröckeln beobachtet werden konnte. Anscheinend wirkt eben beim Abrutschen nicht das volle Körpergewicht, so daß die Grasnarbe nicht in ihrer ganzen Ausdehnung und Tiefe zerstört wird.

Auch am festen Rasen verursacht der zentnerschwere Tritt der Rinder gewisse Veränderungen. So sind an den sogenannten „Vieh-

gangeln" die Steilseiten zwischen den einzelnen kleinen Verebnungen, auf denen die Kühe vorwiegend laufen, in ihrem oberen Bereich vielfach stark ausgebuchtet, ja geradezu überhängend. Da oberhalb jener Stellen die Kuhtritte besonders häufig auftreten, dürfte es sich um ein Ausquetschen bzw. Zur-Seite-Drücken der am Außenrand liegenden Rasenstücke handeln.

An vom Vieh stark frequentierten Steilhängen finden sich auf den kleinen Verebnungen der Viehgangeln gelegentlich 30 bis 40 cm tiefe und ebenso breite, $^1/_2$ bis 1 m lange Rinnen, zwischen bzw. über denen nahezu waagrechte Graswasen (1 m × 20 cm) ohne Kennzeichen einer Verletzung wachsen. Allerdings dürften diese nach einigen Jahren, vor allem infolge des Abbröckelns von Erdreich nun nach zwei Seiten, immer schmäler werden und schließlich umkippen. Außerdem kommt es auch bei stärkeren Regenfällen oder zur Zeit der Schneeschmelze in den Rinnen zu kleinen Pfützen, die überlaufen und den Schlamm in die Steile des nächstunteren Viehgangels ergießen. Besonders häufig finden sich solche Stellen mit Ausbrüchen im Frühjahr, so daß also auch eine gewisse Frostwirkung gegeben erscheint.

Nach der Schneeschmelze konnten auch, wiederum hauptsächlich an den Süd- und Westhängen, zahlreiche Gänge von Wühlmäusen gefunden werden, deren Auswurf an einigen Stellen bis zu 20 Prozent der Gesamtfläche mit einer verhältnismäßig dünnen Schicht Erdreich überdeckte. Da jedoch diese Hangpartien nicht sehr weitläufig sind und auch hinsichtlich der Oberflächenform keine Auswirkung zu erkennen ist, wurde von einer Verfolgung abgesehen. Das von den Mäusen zutage geförderte Erdreich war schon nach einigen Wochen nicht mehr zu finden. Allem Anschein nach überwuchert das frische Gras diese Stellen bzw. die einzelnen Halme wachsen zwischen ihnen durch und befestigen somit die einzelnen Krümmel. Erwähnenswert ist jedoch, daß die Wühlmäuse alle Hänge, die offensichtlich stärker bewegt werden, meiden.

Von größerer Wichtigkeit dürfte hingegen das häufige Lostreten von etwa faust- bis kopfgroßen Steinen durch Kühe, Gemsen und „Auch-Bergsteiger" sein. Sie stammen sowohl von den benachbarten Felswänden (Plattenkalk, Oberrhätkalk), als auch aus dem Untergrund der Almhänge. Wenn diese Steine auch im Durchschnitt an mittelsteilen Hängen nur etwa 10—15 m weit kollern und dann liegenbleiben, so geben sie doch gelegentlich zu grasfreien Flecken Anlaß, die allerdings an weniger beanspruchten Hangteilen meist innerhalb einiger Monate verheilen. Schließlich gelangt der größte Teil dieser Steine in Gräben und Mulden an flachere Stellen, häuft sich hier an und bildet verhältnismäßig schmale, nach oben wachsende Steinhalden, die im Landschaftsbild stark in Erscheinung treten.

b) Kleinformen als Typen der Abtragung

Auf diesen Beobachtungen mehr allgemeiner Art fußend konnten nun zwei Haupttypen in der Ausbildung des Rasens an den Almhängen zusammengestellt und kartiert werden. Sie haben trotz ihres unterschiedlichen Aussehens die eigentliche Ursache ihrer Formgebung im uneinheitlichen Abwandern der obersten Bodenschicht.

Zerr

Aus der Überlegung heraus, daß nicht alle grasfreien Flächen und Narben in der Rasendecke allein auf die Einwirkung von Kühen bzw. Steinbefall usw. zurückgeführt werden können, ergab sich die Folgerung, diese Erscheinungen zu typisieren und über die Hänge hin zu verfolgen. Bei der Kartierung stellte sich nun heraus, daß diese Stellen vorwiegend an all den Hangpartien zu finden sind, die einer mehr oder minder starken Zerrbeanspruchung unterliegen, da der Boden unterhalb allem Anschein nach schneller abwandert, als von oben her Erdreich nachrücken kann. Sie wurden demzufolge als „Zerrisse", oder stärker, als „Zerrflächen", die Erscheinung überhaupt als „**Zerr**" bezeichnet.

Kennzeichen für schwächeren **Zerr** sind nun hauptsächlich verhältnismäßig schmale, etwa 10—30 cm lange Risse in der Rasendecke. Sie haben große Ähnlichkeit mit denen verheilender Kuhtritte, sind jedoch meist länger und schwächer gebogen. Viele dieser Risse dürften wohl auch in Beschädigungen der Rasendecke durch Vieh, Steinschlag ihren Ursprung haben, während bei anderen die Möglichkeit der Entstehung als Trockenrisse durchaus gegeben erscheint. Die daraus entstehenden Zerr-„Risse" sind jedoch i. a. keine Spalten, sondern der Rasen ist hier entlang einer Art „Verwerfung" abgesessen. Demzufolge sind diese Zerrisse von oben her schwer zu sehen; bei Blickrichtung horizontal auf den Hang jedoch kann man die bloßgelegten Wurzeln der Gräser erkennen. Der Graswasen unterhalb ist um 10—20° flacher als die allgemeine Hangneigung. Besonders charakteristisch ist, daß diese Risse im Gegensatz zu „normalen" Kuhtritten eine sehr lange Lebensdauer haben und oft nach Jahren an hineingesteckten Stäbchen wiedergefunden werden konnten. Dies zeugt von Spannungen in der obersten Bodenschicht, die einmal entstandene Risse am Zusammenwachsen verhindert.

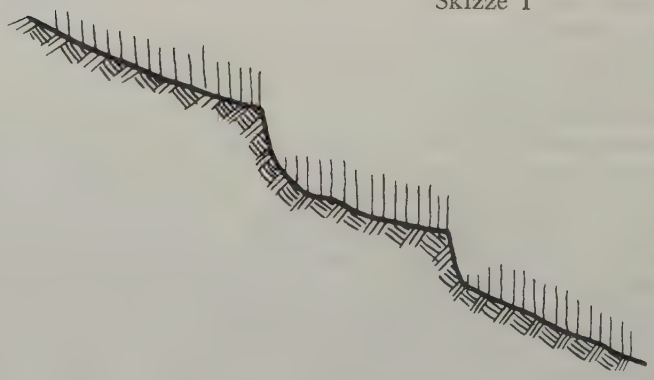
Vielfach haben die Anrisse eine ganz flache Hufeisenform, wie sie im großen für die Abrißnischen von Muren oder Erdschlipfen kennzeichnend ist. Allerdings mußte das Zeichen für schwächere Zerrungsgebiete in der Karte eine mehr rechteckige Form erhalten.

Auch das Kartenzeichen für stärkere Zerrungserscheinungen, ein unten offenes Quadrat unterscheidet sich von der Ausbildung im

Gelände. Hier treten in erster Linie 20 bis 50 qcm große, grasfreie Flächen in den meist ziemlich steilen Hängen auf. Dementsprechend sind vielfach auch die Graswasen in mehr oder minder große, flache Polster aufgelöst. Im Gegensatz zu den Kuhtritten sind hier aber die annähernd rechteckige Form und die etwa dem Hang parallele, gleichmäßige Neigung der grasfreien Stellen typisch. — Starke Zerrungserscheinungen finden an besonders steilen Hängen ihren Ausdruck noch in 10—20 cm tiefen und 0,5—1,5 m langen Rissen, wodurch das betroffene Rasenstück später gelegentlich umgekippt oder auch „abgesessen" wiedergefunden wurde. In letzterem Fall löste sich also vermutlich durch Wasser (Frost?) an der Basis dieses steilen Graswasens der Zusammenhang mit dem festen Boden.

Diese Erscheinung führt, in Verbindung mit zahlreichen Anschnitten und kleineren Grabungen zu einer Klärung der Bewegungsverhältnisse des Bodens bzw. der einzelnen Rasenstücke im **Zerr** überhaupt. Es hat demnach den Anschein, als ob die jeweils unterhalb der Zerrrisse befindlichen Graswasen sozusagen nach vorne aus dem Hang herauswandern würden, wobei der rückwärtige Teil etwas absackt.

Skizze 1



Dabei entstehen einzelne, treppenartige Absätze. Ihre Kanten sind jedoch verhältnismäßig kurz ($^1/_2$—1 m) und ganz unregelmäßig über die i. a. kleinräumigen Hangpartien verstreut. Es konnte keine über größere Strecken hin durchziehende, annähernd horizontale Übereinstimmung festgestellt werden, wie sie für Viehgangeln charakteristisch ist.

In die Karte wurde außerdem noch der Typus „steindurchsetzt"

aufgenommen. An diesen Stellen tritt eine gewisse Häufung von faust- bis kopf-, ja gelegentlich sogar torsogroßen Steinen auf, die eben durch weidendes Vieh usw. weiterbefördert werden. Neben den von den seitlichen Wänden herabgefallenen Oberrhät-, Platten- und Liaskieselkalkbrocken treten vor allem am Südhang der Wilden Fräulein und im Firstalmgebiet vorwiegend Liasfleckenkalke auf, die oberhalb vielfach nicht anstehend zu finden sind. In Übereinstimmung mit den Beobachtungen von J. Schmid ist hier wohl Auffrieren bzw. Abdrängen durch Frostwirkung anzunehmen.

Zusammenfassend lassen sich alle **Zerr**-Erscheinungen als sehr langsam verheilende Risse in der Rasendecke charakterisieren, wobei die mehr oder minder großen und zusammenhängenden Graspolster dem Hangstück ein uneinheitlich treppenförmiges Aussehen verleihen. Sie zeugen von Spannungen im Boden, die sich jedoch weniger im geschlossenen Abgleiten der Decke, als vielmehr im Aufreißen des Rasens und dem verstärkten Herausrieseln von Erdreich aus der Narbe äußern.

Schub

Es lag nun nahe, bei den Geländebegehungen in Analogie zu den Zerr-Erscheinungen nach solchen Kleinformen zu suchen, die nicht ein Auseinanderreißen der Rasendecke andeuten, sondern von einem gewissen Zusammenschub zeugen. War schon in den kleinen, nur wenige qm großen Dellen das Fehlen von grasfreien Stellen aufgefallen, so konnte nun besonders häufig im Auslauf von Gehängen, in der Nähe von Quellmulden, gelegentlich auch am Fuße der nördlichen Gehänge der Gräben und kleineren Bäche sowie an hangquerenden Felsrippen ein besonderer Denudationstyp **„Schub"** in der Verteilung und Ausbildung der Graswasen gefunden werden. Zwar ist auch dieser nicht vollkommen einheitlich und überall gleichmäßig entwickelt, aber anstelle des Auseinanderklaffens der einzelnen Graspakete und des dadurch bedingten Zutagetretens von Erdreich finden nun geradezu kleine Überschiebungen, Übereinanderschichtungen statt.

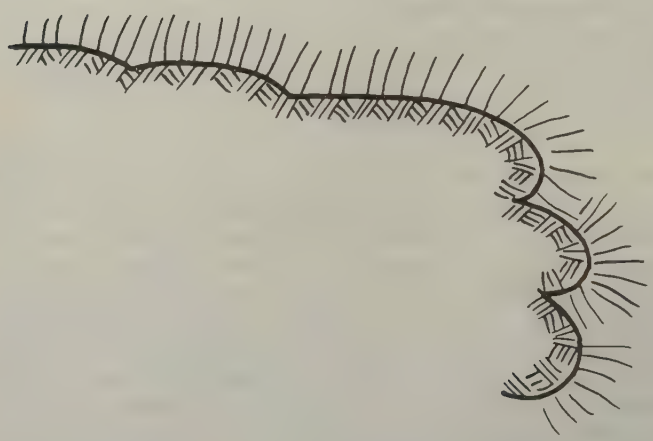
Dabei treten oft regelrechte Druckwülste, die manchmal eine Horizontalerstreckung bis zu einigen Metern haben, auf. Sie verleihen dann dem Ganzen das Bild einer unregelmäßig-kuppigen, flachen Treppe mit stark abgerundeten Außenkanten. Neben der konkaven Hangform scheint ständige oder zumindest häufige Durchtränkung des Bodens mit Wasser eine wichtige Voraussetzung zu sein, wie dies besonders im Gebiet einiger Schuttquellen deutlich wurde.

Charakteristisch für „leichten **Schub**" ist neben dem bereits erwähnten Auftreten von zahlreichen kleineren Wülsten und Kuppen, die dem Hang ein pockennarbiges Aussehen verleihen, vor allem der Zusammenhalt der Graswasen nach oben hin. Zwar finden sich auch hier „Kuhtritte", und damit grasfreie Flächen, Narben,

aber sie treten im Bild einer solchen Hangstelle bei weitem nicht so stark in Erscheinung. Überhaupt dürfte die Wirkung der Hufe des Almviehs auf den Boden dieser Hangpartien mehr in einem Durchkneten des A-Horizontes liegen, als im eigentlichen Zerstören und Aufreißen der Grasnarbe.

In den unteren Bereichen steilerer Hänge, an denen anscheinend die Zufuhr von oben her größer ist, als z. Z. der Abtransport unterhalb von statten gehen kann, sind nun die Druckwülste kürzer und stärker nach außen/abwärts gebogen. Da in diesen, oft nur wenige

Skizze 2



hundert qm großen Gebieten mit starkem **Schub** der Boden ziemlich tiefgründig ist, konnten mit dem Spaten kleinere Anschnitte hergestellt werden, die einige aufschlußreiche Charakteristika für den „starken **Schub**" lieferten. Dabei haben die stark konvexen, oft nach außen/abwärts gebogenen Rasenpolster ein borstiges, kugeliges Aussehen. Jedoch sind die abwärts hängenden Teile nun keine Wurzeln, sondern richtige Grashalme. So ist gerade der Längsschnitt durch ein einzelnes **Schub**-Rasenstück keinesfalls mit dem durch einen **Zerr**-Rasen zu verwechseln.

Analog dem Verlauf der Druckwülste wurde auch das Kartenzeichen für schwachen Schub mit einem flachen, für starken **Schub** mit einem ziemlich gebogenen Kreisausschnitt hangabwärts gewählt. Ist in Hanggebieten mit **Schub** eine besondere Häufung von Steinen festzustellen, so wird auch hier das Kennzeichen „steindurchsetzt" mit einem Punkt in der Mitte des Bogens angegeben. Im übrigen sin-

Abb. 1. An *Zerr-Rissen* abgesessene kleinere Rasenstücke.
Charakteristisch ist die unregelmäßige Verteilung über den Hang.
Telegraphenhang, 1350 m, Hangneigung 20°—25° W.

Abb. 2. *Zerr-Flächen* in verhältnismäßig kleinkörnigem Hangstück wenig oberhalb steil stehende Plattenkalkschichten.
Ost-exponierte Mulde nördl. der Wilden Fräulein, 1520 m, 60° SO.

Abb. 3. Einzelne *Schub*-Formen übereinander gewulstete, ausgebeichtete Graswasen.
Charakterstrich, daß grasfreie Stellen kaum in Erscheinung treten.
Dreitannen, 1420 m, 30° N.

Abb. 4. Hangpartie mit stellenweise *starkem Schub* (Kössener Schichten) einzelne Viehgangeln (rechts unten zertreten) zeugen von starker Beweidung.
Oberer Lochgraben, 1370 m, 25°—30° NW.

Abb. 5. *Viehgangeln* mit ausgequetschten Rändern (links oben) und stark zertretenen Stellen (Bildmitte und rechts oben).
Wilde Fräulein, 1450 m, durchschnittliche Hangneigung 40° WSW.

ken diese Felsbrocken anscheinend ziemlich schnell ein, bzw. werden von Gras überwachsen, wenn der Boden entsprechend durchfeuchtet ist. So stellen auch die zahlreichen niveaugleichen oder teilweise überwachsenen Felsen ein gewisses Charakteristikum für **Schub** dar.

Eine eigenartige Erscheinung, vor allem in größeren Gebieten mit leichtem **Schub,** sind die 1—3 cbm messenden Felsblöcke, die eine Art „Eigenleben" führen. Meist Felssturzgebieten oder Wänden über den Nordhängen entstammend, gleiten sie die Hänge herunter und hinterlassen häufig eine flache, den Hang hinaufziehende Rinne, die bis zu 100 m lang sein kann. Auf der Talseite bildet sich häufig ein Wulst von 10—20 cm Durchmesser. Anhaltspunkte für die Geschwindigkeit, mit der diese Blöcke den Hang herabrutschen, konnten nicht gefunden werden, jedoch deutet die Rinne darauf hin, daß sie besonders bei länger anhaltendem Regen sowohl das Oberflächen- als auch das Sickerwasser zu dem Felsen heranleitet und das Erdreich unter ihm so stark durchfeuchtet, daß es dann eine Art Gleithorizont bildet.

Zerr und Schub in ihrer Verbreitung über die Hänge

Die Karte zeigt auf großen, ziemlich gleichsinnig geneigten Almhängen neben den Eintragungen für **Zerr, Schub** und intensive Bearbeitung des Bodens durch das Weidevieh (wobei jedoch die einfachen „Viehgangeln" nicht eingezeichnet wurden) zahlreiche „weiße Flecken" größeren Ausmaßes. An diesen Hangpartien konnte trotz mehrmaliger Beobachtung zu verschiedenen Jahreszeiten, während Schön- und Schlechtwetterperioden, vor und nach der Weidezeit, usw. keinerlei Kennzeichen für das flächenhafte Auftreten von **Schub** oder **Zerr** festgestellt werden. Die Vermutung liegt somit nahe, daß sich an diesen Stellen zufolge entsprechender Hangneigung, -ausbildung und Exposition eine Art Gleichgewichtszustand herausgebildet hat. Wenn nun zudem noch der Untergrund (in diesem Fall auch der Boden, soweit er nicht von den Wurzeln der Gräser durchsetzt ist) keine allzugroßen Unebenheiten aufweist, so kommt es, analog den Verhältnissen auf einem Gletscher, weder zu Spaltenbildung **(Zerr),** noch zu einem Übereinanderhinweg-Gleiten (des A-Horizontes).

Obwohl also auch hier auf ein Abwandern des Bodens geschlossen werden kann (häufig findet sich unterhalb **Schub)** so wurde doch auf ein spezielles Kartierungsmerkmal verzichtet, weil sich eben in der Rasendecke keine besonderen Abtragungsformen feststellen ließen.

Andererseits zeigt die Karte deutlich eine Anzahl von **Zerr-** bzw. **Schub**-Feldern, deren Lage einige aufschlußreiche Folgerungen hinsichtlich der unter 2. aufgestellten Gesichtspunkte gestattet. Das Ausgangsgestein spielt allerdings keine ausschlaggebende Rolle, da die Untersuchungen fast ausschließlich in den Lias- und Kössener Schichten erfolgten. Eine größere Bedeutung kommt dagegen der Steilheit

der Hänge zu. Auf flachem bis mittelsteilem Gelände (bis etwa 30°) waren, sozusagen selbstverständlich, nur leichte **Zerr-** bzw. **Schub-**Formen zu finden, wenn man von den bereits erwähnten Gleichgewichtszuständen einerseits und den verhältnismäßig kleinräumigen Stellen andererseits absieht, wo der Boden durch das Weidevieh so durchgeknetet wird, daß dies eigentlich auch eine besondere Form der Denudation darstellt. Dort ist die Abwanderung gelegentlich so stark, daß sich einige Meter unterhalb oft mehr oder minder starke **Schub-**Formen ausbilden. Zu erwähnen sind lediglich noch jene schmalen, horizontal gelagerten Flächen, auf denen der Boden schon auf den ersten Blick als unbewegt zu erkennen ist.

Bei der Beurteilung von „starkem **Zerr**" und „starkem **Schub**" hinsichtlich ihres Vorkommens an den Hängen muß eine Unterscheidung getroffen werden. Während **Schub** zwar noch in verhältnismäßig schneller Bewegung ist, aber doch schon auf bereits beginnendes Zur-Ruhe-kommen unterhalb, also Verlangsamung der Bewegung hindeutet, zeugen starke **Zerr**-Formen ganz allgemein von verstärkter Abtragung. Diese Erscheinung tritt nun nicht einfach an allen Steilhängen auf, sondern findet sich besonders bei konvexer Ausprägung noch in einem schmalen Streifen des flacheren Gebietes oberhalb, geht gelegentlich in schwächere Zerrformen über und verliert sich dann allmählich. Schließt ein solcher Hang mit **Zerr** dagegen an Felswände an, so reicht die Vegetation oft nur bis auf einen etwa 10—20 cm breiten Streifen an das Anstehende heran. Dazwischen findet sich dann nur Frostschutt und feinkörniger Grus. Ganz allgemein scheint in den oberen Bereichen der Hänge auch der abwärts rückende Schnee, besonders wenn er in milden Wintern mit den Graswasen fest zusammengefroren ist, das Auseinanderreißen der Rasendecke zu begünstigen. E. Kraus beobachtete derartige Vorgänge in höheren Lagen (um 1800 m) der Lechtaler Alpen.

Vergleicht man nun das Längs- und auch Querprofil der Hänge mit den dort auftretenden **Zerr-** und **Schub**-Formen, so ergeben sich einige interessante Zusammenhänge. Es bedingt nicht einfach jede konvexe Stelle das Auftreten von **Zerr.** Wenn auch eine horizontal verlaufende Kante **Zerr**-Formen oberhalb hervorruft, so stellt andererseits doch der Übergang vom freien Hang zu den eingeschnittenen Gräben und Bachläufen eine scharfe Grenze zwischen der Hangfläche mit ihren meist schwachen **Schub-** oder **Zerr**-Formen (bzw. Gleichgewichtszustand) und dem vielfach starken **Zerr** in dieser Vertiefung dar. — Während weitläufige konvexe Formen (Horizontal- und Vertikalschnitt), wie sie gelegentlich an den Wilden Fräulein oder im Nordosten der Unteren Schönfeldalm auftreten, weder zu **Zerr** noch zu **Schub** führen, vermögen kleinere, etwa $^1/_2$—2 Ar große Buckel mitten am Hang häufig schwache **Zerr**-Formen hervorzurufen.

Schub-Formen dagegen finden sich nur ausnahmsweise in kleinen

Einmuldungen. Auch am Fuße der kurzen und meist ziemlich steilen seitlichen Gehänge der Gräben kommen sie sehr selten vor. Die Erklärung hierfür liegt in dem ständigen Abtransport des anfallenden Materials durch das rinnende Wasser, so daß es also zu keinem Stau kommen kann. In größeren, den Hang hinaufziehenden Mulden sind dagegen öfters Stellen mit leichten **Schub**-Formen zu finden, die sich im Falle eines konkaven Auslaufes verstärken können. In der Hauptsache ist **Schub** jedoch an feuchten Boden gebunden. Charakteristisch ist sein Auftreten an Quellmulden und kleineren Verebnungen in den Gräben der Nordhänge, wo die stark durchfeuchteten Seggen-Grasbüschel oft steilste (70—90°), 1—3 m hohe ausgebuchtete Wände bilden können.

Bemerkenswert ist das Auftreten von **Schub** an der Kante unterhalb des Hanges der Dreitannen. Hier ist anscheinend dermaßen viel Erdreich in Bewegung, daß es sich auch am Fuße der konvexen Form zusammenschiebt. Neben einer starken Stauwirkung des Waldes im Firstgraben ist hier stellenweise auch ein gewisser Zusammenschub von ganzen Rasenpartien durch langsam abwärts gleitende, wasserdurchtränkte Schneemassen im Frühjahr anzunehmen, wie dies E. Kraus 1937 in der Nähe von Berwang, Lechtaler Alpen, festgestellt hat.

Außer der Hangform erfordert besonders die Exposition entsprechende Beachtung. Tatsächlich findet sich ja auch die Mehrzahl der **Zerr**-Gebiete an südexponierten Hängen, während **Schub** vorwiegend in Nordexposition auftritt. Nach West und Osten gerichtete Hänge sind im Spitzinggebiet nicht so häufig, daß man aus den Denudationsformen klare Folgerungen ziehen könnte. Es ergeben sich ja schon Schwierigkeiten, z. B. im Sommer und Herbst des Vorjahres entdeckte **Zerr**-Formen, im nächsten Frühjahr oder nach einer längeren Regenperiode wiederzufinden. Viele **Zerr**-Risse waren durch abwärts geknicktes Gras nicht mehr zu erkennen und nur noch an den größeren **Zerr**-Flächen und am treppenförmigen Absitzen kleinerer Rasenstücke konnten **Zerr**-Gebiete erkannt werden. Die **Schub**-Formen sind dagegen auch in trockenen Zeiten bei Blickrichtung quer zum Hang an ihrer klein-konvexen Ausbildung meist klar erkennbar. Für ihre Häufung an Nordhängen liegt die Erklärung im langsameren Abschmelzen der Schneedecke einerseits und im größeren Schutz vor den austrocknenden Sonnenstrahlen andererseits. Tatsächlich konnten ja auch in schattigen Südhangmulden (Wald, Felswände) vielfach **Schub**-Formen gefunden werden.

Eine weitere, im Landschaftsbild gelegentlich feststellbare Auswirkung der mehr in sich zusammenhängenden Denudationsform **Schub** ist das Abdrängen des oberen und mittleren First-Grabens und des oberen Lochgrabens (bei Punkt 1 322) nach Norden. Eine Erklärung für die Entstehung dieser einige 10 m breiten Akkumulationsflächen

wäre wohl in der geschlossenen und an Mächtigkeit zunehmenden obersten Bodenschicht gegeben. Bei sonst gleichen Verhältnissen kann der Bach den von den südlichen Gehängen herabkommenden und doch ziemlich zerrissenen Rasen leichter unterschneiden und abtransportieren, als die feuchten, in sich verfilzten Wasen, die von der Nordseite herangedrängt werden.

c) Die Messungen

Da die Formen in der Ausbildung des Rasens sowohl im **Schub** als auch im **Zerr** den Schluß erlaubten, daß es sich hierbei in erster Linie um eine Bewegung innerhalb der obersten 10—15 cm des Bodens handelt, und andererseits Anhaltspunkte für eine absolute, meßbare Bewegung des Almbodens gewonnen werden sollten, wurden im Sommer 1957 kleine Stäbchen in oder zwischen die Graswasen gesteckt und möglichst genau eingemessen. Es waren dies sogenannte Jopa-Eissteckerl, 10 cm lange Rundhölzer mit einem Durchmesser von 4 mm. Um sie im nächsten Frühjahr überhaupt wiederfinden zu können, war das eine Ende der Steckerl mit rotem oder gelbem Emaille-Lack bemalt worden.

Die zunächst geübte Methode, die Steckerl einfach von einem Fixpunkt im anstehenden Fels aus mit genau 1 m Abstand (Stahlbandmaß) horizontal über die Almhänge zu ziehen, erwies sich schon bei den ersten Kontrollen wenige Monate später als ungeeignet, da ein so großer Teil von dem weidenden Vieh zertreten worden war, daß keinerlei größere Zusammenhänge mehr bestanden.

Im Herbst 1957 wurden nun bis in den November hinein sogenannte Lotlinien angelegt. Dies hatte den Vorteil, daß zwischendurch auch zahlreiche Steckerl ausfallen konnten; jedes erhaltene ergab dann trotzdem noch einen auswertbaren Betrag.

Außerdem wurden noch einzelne Steckerl direkt mit dem Theodolit eingemessen. Bei den Kontrollen im Frühjahr ergaben die beiden letzterwähnten Methoden Beträge in derselben Größenordnung.

Die Anlage von sogenannten „**Steckerlreihen**" war verhältnismäßig einfach. Ausgehend von einem kleinen roten Kreuz (Ölfarbe) im Anstehenden wurden horizontale oder auch vertikale Reihen bis zu 800 m Länge zu einem größeren Felsblock oder einer Felswand gezogen. Die einzelnen Steckerl wurden dabei senkrecht zur Hangfläche etwa 8 cm tief in den Boden gesteckt. Zusätzlich konnten neben der Hauptreihe auch noch je ein Steckerl ober- oder unterhalb, bzw. bei Vertikalreihen links oder rechts, in wiederum 1 m Abstand gesteckt werden; dadurch war es möglich, einen 2 m breiten Streifen zu erfassen. Allgemein wurde dabei auf die Kleinformen der Denudation keine Rücksicht genommen. Infolge des genau eingehaltenen Abstandes von 1 m kamen die Steckerl sowieso einmal neben und

einmal in einen Zerriß, ein andermal auf die ebene oder in die steile Seite eines Viehgangels zu stehen.

So waren im Juli und August 1957 rund 6 000 Steckerl „versteckt" worden und es machte bei den ersten Kontrollen im September/Oktober nicht geringe Mühe, pro Meter das dazugehörige Steckerl in dem hohen, dürren Gras zu finden. Dabei zeigte sich aber auch, daß mit einer so einfachen Methode, d. h. einer Kontrolle mit dem Stahlbandmaß kein zuverlässiger Wert zu erzielen war. Vor allem aber waren soviele Steckerl durch das weidende Vieh und, in den höheren Lagen, gelegentlich durch Gemsen zertreten worden, daß jeder Zusammenhang fehlte. Selbst über kurze Strecken von 10—15 m konnte keine einheitliche Reihe unverletzter Steckerl mehr gefunden werden.

Eine im Frühjahr 1958 wenige Wochen nach der Schneeschmelze vorgenommene Bestandaufnahme ergab jedoch interessante Hinweise über die Intensität, mit der auch entferntere Weidegebiete betreten werden. Hinsichtlich der Kleinformen auf den Hängen konnte in bezug auf **Schub** und **Zerr** nur insofern ein kleiner Unterschied festgestellt werden, daß innerhalb der **Schub**-Gebiete, die ja gerade im Herbst mehr Feuchtigkeit aufzuweisen pflegen und deshalb dichteren Graswuchs haben, etwa 10% mehr Steckerl vom Vieh zertreten wurden. Waren aber die Steckerl, ganz allgemein gesehen, auf die schmalen ebenen Stellen der sogenannten Viehgangeln zu stehen gekommen, so wurden sie fast restlos zertreten. In den Steilseiten dagegen blieben sie häufig erhalten.

So zeigt die Bestandaufnahme einer Horizontalreihe von je drei Steckerln, die in 1 420 m über den Süd- und Westhang der Wilden Fräulein gelegt wurde, ganz deutlich die stärker frequentierten bzw. gemiedenen Stellen.

Um die Position der Steckerl am Hang besser veranschaulichen zu können, wurden sie nach ihrem Erhaltungszustand klassifiziert. Es bedeuten:

/ unversehrt erhaltenes Steckerl

L abgebrochenes Stück in der Nähe des alten Standortes

V trotz Standortbestimmung (Metermaß) und Suche mit kleinem Rechen nicht aufzufinden (verschüttet, verschwemmt?)

T unbeschädigtes, aber nicht mehr im Boden steckendes Steckerl (durch Frostwirkung herausgezogen)

W → O / L V V V V / / V L / V V L / L V / V V L L L V
Fels / V V L L L L L / L L V / / V / V V / / / V / / /
L L / L V V V V V L V V V V L V V V V L L V / V V
Boden stark steindurchs.-unt. Reihe auf Viehgangl

V L V V L V V V V V L L L / L / V V L / V L V V L / V L
L L / L V V L V V L T L L L L V V / / / / / / V / / L
/ / V L L V V V V L L V V V / / V / V L / / V / / L L L
flache Mulde, zahlreiche Steine

L / L V / V / / V / / L L V / V V / L L L / V V L V V V
/ L L / / L / / / / V / / / V / L / L / L / / L / / L L
L L V V V / / / V L L / / / L / V / / L V V / L L L L /
zahlreiche Steine, obere Reihe auf kleiner Treppe

V V L V L V V L V V V V V V V V / V V V V / / / V / / / V
/ / / / / V / L L V / V / L L / V V V V V V / / L V V /
V V V L / V V L V V V L / V V L L L / L L V L V V / / V
mittl. R. in Treppensteile mittl. R. Viehgangl

/ / / V / / V V / V V / / V L L L / / V V V L V L / V V
/ / V / L / / L / V / / / / V V V / / / / T / / / / / L
L L V L L L V L V L L V L / / L L / L L L V L V L V V V
in großer Mulde, allgem. flaches Gelände mit kurzen Treppen

V / V V V L L V V / / L L L V / L L V L V / L V V / V /
/ V / V L V V / / / / L L / L / / L V / L V V / / / L L
V V / V L / / L L V / L L / L L / / L V V / V V L / V /
flacher Rücken mit einzelnen ausgebrochenen Viehgangeln

Es erübrigt sich wohl, die nächsten 180 m auf diese Art wiederzugeben, da auch so das gelegentlich zusammenhängende Auftreten von mehreren erhaltenen Steckerln derselben Reihe klar erkennbar ist. (/ / / /) Sie finden sich regelmäßig nur in den kleinen Steilseiten der Viehgangeln, dort eben, wo die Kühe in verhältnismäßig steilem Gelände nicht hinsteigen. Dagegen sind die Steckerl auf den kleinen Verebnungen und auch in allgemein flacheren Hangpartien (20—25°) nur selten erhalten geblieben. Zu bemerken ist noch, daß vielleicht manches „L" eigentlich von einem ehemals höher befindlichen Stekkerl stammen dürfte, aber durch Schnee, Wasser usw. tiefer als üblich verfrachtet wurde.

Eine kurze Vertikal-Reihe aus dem Gebiet der Dreitannen (1 430 m) bestätigt die Beobachtung hinsichtlich der zertretenen Steckerl auf den Viehgangeln.

12	/	/	/	Steilseite	25	V	L	V	verhältnis-
11	L	/	L		24	L	L	V	mäßig flaches
10	/	L	L		23	L	V	V	Gelände
9	V	L	/		22	L	L	V	
8	V	/	L		21	L	/	L	
7	/	/	L		20	/	/	/	Steilseite
6	V	/	T		19	/	/	/	Steilseite
5	L	/	/	Steilseite	18	V	T	V	kleine Mulde
4	V	V	/		17	/	/	V	
3	V	V	/		16	/	/	/	Steilseite
2	/	/	/		15	L	L	L	flache Treppe!
1		V	/		14	/	L	V	
W ← Fels → O					13	/	/	T	knapp unt. Viehgangl

Auch hier ist der gleichartige Erhaltungszustand aller Steckerl, die auf derselben Höhe stehen, klar ersichtlich.

Allgemein war das Aufsuchen und Finden der Steckerl im Frühjahr verhältnismäßig leicht, da der Graswuchs noch nicht eingesetzt hatte. Trotzdem konnten mehr als ein Drittel der Steckerl nicht wiedergefunden werden. Gelegentliche Grabungen mit einer kleinen Spachtel an den genau eingemessenen Stellen förderten zwar oft die noch im Boden steckenden Teile zu Tage, aber die gefärbten, abgebrochenen Stücke blieben verschwunden. Sie dürften wohl z. T. durch Erdreich (Mäuse), Graswasen oder Steine verschüttet worden sein; in der Hauptsache jedoch sind die abgebrochenen Teile an den Nordhängen durch gleitenden Schnee weiter abtransportiert worden. Häufig konnte auch beobachtet werden, daß die Kühe erneut auf die Bruchstücke stiegen und sie nun endgültig in den Boden hineintraten.

Die Mehrzahl der übrigen, abgebrochenen Stücke lag durchschnittlich 10—30 cm von der ursprünglichen Stelle entfernt und war meist etwas abwärts verschleppt. Auch manche der erhaltenen Stekkerl waren an Südhängen gelegentlich von herabgebröseltem Erdreich verdeckt, besonders wenn sie in kleinen, grasfreien Verebnungen standen; an Nordhängen waren sie manchmal leicht gebogen, was auf Schneedruck zurückgeführt werden kann. Standen sie auf grasfreien Stellen, so ragten sie anstelle der üblichen 2—3 cm häufig 4—6 cm heraus, konnten aber ohne weiteres in die alte Höhe zurückgeschoben werden. Untersuchungen mit der Spachtel zeigten die noch nicht aufgefüllte Röhre, in der sich die Steckerl im Herbst befanden. Sie waren also durch den Bodenfrost durchschnittlich um einige Zentimeter gehoben worden. Eine noch stärkere Hebung war in einer flachen Mulde oberhalb der Dreitannen festzustellen, in der der Schnee noch bis Ende Mai lag. Durch Frosteinwirkung waren sie hier häufig ganz herausgezogen worden und lagen i. a. wenige Zentimeter abwärts, andere aber wurden bis zu 2 m unterhalb ihres

Standplatzes gefunden. In deren Umgebung waren auch aufgerissene und ausgebrochene Rasen sowie zahlreiche aufgefrorene kleinere Steine zu beobachten.

Allgemein aber zeigt die große Anzahl der abgebrochenen Steckerl die fast unglaublich häufige Betretung der Hangflächen durch das Almvieh. Allerdings müssen in diesem Zusammenhang einige Einschränkungen gemacht werden. So ist zunächst der größte Teil der betroffenen Steckerl nicht durch direkten Tritt abgebrochen worden, sondern der erst einige Zentimeter dahinter auftretende Huf hat sie geknickt; umgekehrt streift er ja auch beim Anheben zunächst noch etwas über den Boden hin, so daß also insgesamt ein etwa 10 cm breiter und 20 cm langer Streifen durch jedes Bein und jeden Schritt gefährdet ist. Besonders aufschlußreich waren in dieser Hinsicht diejenigen Steckerl bzw. deren Reste, die auf verhältnismäßig flachen Hangstellen einschließlich der ebenen Teile der Viehgangeln standen. Die abgebrochenen Stücke waren durchwegs 3—4 cm lang. Der über den Boden hinstreifende Huf hatte sie also an der Stelle geknickt, wo sie fest im Erdreich steckten. Andererseits waren die Steckerl, die innerhalb der tief zertretenen Viehgangeln auf den ebenen Rasenstücken (2 m × 20 cm) standen, fast vollzählig erhalten: Die Kühe heben hier ihre Beine so hoch, daß die durchschnittlich nur 2 cm herausragenden Steckerl nicht getroffen wurden. Dagegen war in den dazwischen liegenden Rinnen nicht ein Steckerl mehr erhalten, ja sie waren vielfach in drei und mehrere Teile zertreten worden und steckten meist tief im Erdreich.

Aus einem Vergleich der rund $^3/_4$ zerstörten bzw. nicht wieder auffindbaren Steckerl mit der im Verhältnis dazu sehr geringen Anzahl der „Kuhtritte" im Gebiet der betreffenden Steckerlreihen ergibt sich nun eine Möglichkeit, das Zustandekommen von grasfreien Stellen zu klären. Allem Anschein nach wird das ineinander verfilzte Gras durch einen Tritt unter normalen Umständen nicht oder nur geringfügig verletzt. Erst wenn die Kuh in dem stark durchfeuchteten Boden tiefer einsinkt, oder der trockene Rasen an sich schon Spannungen unterliegt, erfolgt die Durchtrennung der Wurzeln. Selbstverständlich führt auch zu häufiges Betreten, wodurch ja andererseits die ebenen Stellen der Viehgangeln im wesentlichen entstehen, zu einer Zerstörung der Rasendecke dort, (besonders bei Schneefall während der Weideperiode) so daß oft auf mehrere Meter Länge und etwa 30—40 cm Breite keinerlei Graswuchs vorkommt.

Einschränkend muß aber auch noch bemerkt werden, daß zwar die Hanggebiete, in denen die Steckerl standen, nur 2—3 Monate vom Vieh aufgesucht worden waren, daß aber gerade in dieser Zeit das Futter schon spärlich war und die Kühe, besonders aber das Jungvieh, bedeutend größere Flächen abgrasten. Wenn man dies alles in Betracht zieht, andererseits aber wenigstens die Hälfte der nicht

wieder aufgefundenen Steckerl als abgebrochen und weiter als üblich verschleppt oder verschüttet berechnet, kommt man im Überschlag zu dem Ergebnis, daß weit über ein Drittel der Bodenfläche Jahr für Jahr vom Huftritt der Kühe getroffen wird. Dadurch aber sind allein schon genügend Ursachen für grasfreie Stellen gegeben, die dann eben zu **Zerr**-Rissen und -Flächen werden können.

Lotlinien

Während des langen trockenen Herbstes konnten mit Hilfe einer neuen Methode doch noch die Grundlagen für eine erfolgreiche und zuverlässige Messung der Denudation an den Almhängen gelegt werden. Als Markierung wurden wiederum die Steckerl verwendet, die aber nun lotrecht und etwas tiefer gesteckt wurden, so daß sie nicht mehr als 1—1½ cm herausragten. Auch als Fixpunkte dienten annähernd horizontale Stellen im anstehenden Fels. Weitere Beziehungspunkte, eigentlich nur provisorische Fixpunkte, im Hang draußen ergaben auf gleicher Höhe in den Boden geschlagene, etwa 30 cm lange Eisenrohre, die ebenfalls nur wenige Zentimeter herausragten. Deren genauer Mittelpunkt wurde durch einen kleinen abnehmbaren Kegel markiert. So konnte der Standort dieser Rohre mit dem Theodolit eingemessen werden. Kontrollmessungen im Frühjahr ergaben Unterschiede von durchschnittlich 0,3 bis 0,4 mm. Diese Beträge konnten also infolge ihrer Kleinheit außer Betracht gelassen werden.

Die Rohre hatten einen Abstand von etwa 20 m. Mittels zweier Stative wurde nun über zwei solcher „Fixpunkte" eine Schnur gespannt und mit Loten genau eingerichtet. Mit Hilfe eines dritten Lotes konnten jetzt die einzelnen Steckerl, wiederum meist im Abstand von einem Meter, genau auf der Linie, die die beiden Fixpunkte verband, eingesteckt werden. Bei sorgfältigem Arbeiten blieben die Meßungenauigkeiten unter 1 mm, wie wiederholte Kontrollmessungen ergaben. Der größten Schwierigkeit, dem Abtrieb der gespannten Schnur durch Wind, konnte durch Aufmerksamkeit (ständige Beobachtung der Grashalme, usw.) und Verlegung der Anlage von Lotlinien auf die frühen Morgen- und Vormittagsstunden begegnet werden. Auch die schöne, trockene Witterung im Spätherbst erleichterte die Arbeit wesentlich.

Da nun der Abstand der Steckerl untereinander nicht genau eingehalten werden mußte, konnten diese, besonders in den **Zerr**-Gebieten oder an sonstigen aufschlußreichen Stellen mit geringeren Zwischenräumen gesteckt werden. Andererseits befand sich kein Vieh mehr auf den Almen. Von den etwa 600 eingeloteten Steckerln konnten daher nach dem Abschmelzen der Schneedecke noch rund 550 gefunden und nachgemessen werden. Einige wenige, die in den feuch-

ten nordseitigen Mulden (Dreitannengebiet) auf grasfreien Stellen standen, waren durch Frosthub herausgezogen worden. Diese starke Frostwirkung wird durch mehrmaligen, leichten Schneefall im Spätherbst und nach dem Abschmelzen der winterlichen Schneedecke im Frühjahr im Zusammenhang mit täglichen Nachtfrösten erklärlich. Das Erdreich selber konnte jedoch infolge des rundum emporstehenden, abgestorbenen Grases, das geradezu einen kleinen Wall um diese Flächen bildete, nicht recht abwandern. Lediglich Verschwemmung von einzelnen Krümeln wurde verschiedentlich beobachtet. Andere Steckerl waren durch ausgebrochene Graswasen und vom Frost gelockerte, herabgefallene Steine abgebrochen worden; aber auch durch Unachtsamkeit beim Aufsuchen der Rohre, Spannen der Schnur und Ausgraben von verschütteten Steckerln kam es zu manchem Ausfall.

Die zahlreichen verbleibenden Steckerl in den Lotlinien lieferten aber genügend Meßergebnisse, um besonders die unterschiedlich starke Abwanderung auf Nord- und Südhängen erkennen zu lassen. Daneben konnten aber auch Anhaltspunkte für eine Beurteilung der Bewegungsverhältnisse in kleineren **Schub-** und **Zerr-**Gebieten gewonnen werden. Jedoch waren auch in den Hangflächen ohne erkennbare Denudationsformen die Beträge bei benachbarten Steckerln recht beträchtlich.

Typisch hierfür sind einige Lotlinien am Süd- und Südwesthang der Wilden Fräulein. — Von einem schräg gegenüberliegenden Fixpunkt in 1 400 m Höhe im Oberrhätkalk waren dort zahlreiche Eisenrohre in den Hang geschlagen und vermessen worden. Ihre Standort-„Veränderung" im Frühjahr 1958 ergab Bruchteile von Millimetern und konnte unberücksichtigt bleiben. Die Ergebnisse zweier zusammenhängender und verhältnismäßig langer Lotlinien (zusammen 45 m; allgemeine Hangneigung 35—40° S) in deren Gebiet auch einige leichte **Zerr-**Formen vorkommen, seien als Beispiel für die Bewegung am Südhang aufgeführt.

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 6. 10. 57 und 11. 5. 58 bzw. 22. 8. 58 mm	mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
0,72				
	1 f	0	V	in älterem Kuhtritt
0,83				
	2 f	0	1	in kl. flacher Mulde/unterh.
0,50				frischer Kuhtritt
	3 f	1	4	in Steilseite eines kl. Viehgangels/oberh. fr. Kuhtritt
0,95				
	4 f	0	4	obere Kante d. Steilseite/Rasen
0,54				durch Kuhtritt ausgequetscht

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 6.10.57 und 11.5.58 bzw. 22.8.58 mm	mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
0,40	5 f	L	—	von Mäuseauswurf fast überdeckt
0,60	6 f	L	—	von Mäuseauswurf fast überdeckt (beim Ausgraben!)
0,80	7 f	L	—	Außenrand eines Viehgangels
1,00	8 f	0	L	in der Verebnung eines Viehg.
1,15	9 f	2	V	in der Steilseite eines Viehg.
1,05	10 f	1	V	oberhalb umgekippter Rasen
0,65	11 f	2	L	von Erdreich fast überdeckt, /beim Ausgraben
1,34	12 f	2	L	auf breitem, festem Polster
1,00	13 f	1 (aufw!!)	V	am gegenläufig. Teil einer kleinen Mulde
0,50	14 f	L	—	viel Mäuseauswurf
0,60	15 f	3	5	am unt. Rand einer flachen Treppensteile
1,00	16 f	1 (Basis!)	V	auf im Vorjahr gekipptem Rasen, leicht schräg
0,92	17 f	1	L	auf flachem Viehgangl
1,00	18 f	26 (Basis!)	V	auf gekippt. Rasen, schräg gestellt
0,95	19 f	0	L	im Stau eines kopfgr. eingesunkenen Felsens
1,00	20 f	L	—	Unachtsamkeit!
1,00	21 f	L	—	in kleiner Verebnung
1,00	22 f	V	—	— — —
1,00	23 f	1	1	knapp neben tief verankertem Felsblock
1,00	24 f	1	2	auf vereinz. kl. Zerr-Fläche
1,00	25 f	1	L	am äußeren Rand einer kl. Verebnung

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 6. 10. 57 und 11. 5. 58 bzw. 22. 8. 58 mm	mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
0,80				
		Rohr G		
1,00				
	1 g	L	V	beim Aufsuchen zertreten
1,00				
	2 g	2	V	knapp unterh. Viehgangl in
1,00				festgewachsenem Rasen
	3 g	3	V	auf verhältnism. flachem
1,00				Graswasen
	4 g	5 (Basis!)	V	nicht mehr ganz senkr. in
0,95				kl. Rinne
	5 g	0	L	ebene grasfr. Stelle unter
1,00				kippendem Rasen
	6 g	10 (Basis!)	V	schräg auf abgerissenem
1,00				Viehgangl
	7 g	L	V	beim Ausgraben
0,95				
	8 g	0	L	auf festem Rasen 35° S
1,00				
	9 g	5	6 (Basis!)	etwas abgerutschtes Vieh-
1,00				gangl/etwas schräg
	10 g	30 (Basis!)	V	mit Rasen gekippt
1,10				
	11 g	0	V	knapp unterh. eines Kuhtr.
1,00				
	12 g	2	2	in kleinem Kuhtritt
1,00				
	13 g	2	V	halb verschüttet unt. zertre-
1,00				tenem Viehgangl
	14 g	2	L	unter abwärts hängendem
1,00				Viehgangl
	15 g	L	V	— — —
1,00				
	16 g	0	L	in flachem, festem Graswasen
1,00				
	17 g	3	V	verhältnism. dichter Gras-
1,00				wuchs ringsum
	18 g	4	V	knapp oberhalb Kuhtritt
1,00				
	19 g	2	V	in kleiner Verflachung zw.
1,00				Kuhtritten
	20 g	6	V	steile Umgebung, unterh. eines
				einzelnen Graswasens
60				

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 6. 10. 57 und 11. 5. 58 bzw. 22. 8. 58 mm	mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
0,50				
	21 g	1	7 (Basis!)	am Außenrand eines Viehg.
0,50				
	22 g	0	L	in steiler Rinne
0,80				

Auch ein verhältnismäßig flaches Hangstück (25—30° W) am Übergang zwischen Rücken und Mulde, etwa 170 m weiter im Norden, zeigt keine wesentliche Änderung hinsichtlich der Bewegung des Bodens.

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 27. 10. 57 und 26. 5. 58 bzw. 23. 8. 58 mm	mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
0,50				
	1 p	0	V	in Erdreich zw. faustgr. Steinen (verschüttet)
0,45				
	2 p	4	V	knapp oberhalb frischer Kuhtritt
0,50				
	3 p	0	V	in älterem, etwas verfallenem Kuhtritt
0,25				
	4 p	0	L	in flachem Kuhtritt
0,23				
	5 p	L	—	kleine Ebene, fast versch.
0,45				
	6 p	1	1	in eingesunkenem Kuhtritt /frischer Graswuchs
0,50				
	7 p	L	—	auf überwachsenem, gr. Felsblock
0,35				
	8 p	0	V	in kl. Zerrfläche
0,45				
	9 p	2	3 (Basis!)	auf festem Rasen/etw. schräg
0,44				
	10 p	L	—	in bewachsener, gleichsinniger Hangfläche
0,25				
	11 p	1	V	unter frisch gefallener Felsplatte
0,55				
	12 p	2	V	unterhalb älterer Kuhtr.
0,60				
	13 p	3	V	in verhältnism. steiler, grasbewachsener Umgebung
0,85				
	14 p	0	L	durch Mäuseauswurf fast versch./deutl. Kuhtritt

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 27.10.57 und 26. 5. 58 bzw. 23. 8. 58 mm	mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
1,10				
	15 p	0	1	auf kl. Rücken zw. 2 Kuhtr.
1,00				
	16 p	6 (Basis!)	V	unterh. Kuhtritt, oberh.
0,70				frisch gef. kopfgr. Felsblock
	17 p	2	L	auf dürrem Graswasen
0,60				
	18 p	0	V	harter, trockener Boden
1,00				
	19 p	1	V	gleichsinnige Hangfläche
0,80				

Rohr Q

Wenn man von 2 p und 16 p (Druckwirkung!?) absieht, so bleiben auch hier Typus und Entfernungen ziemlich im Rahmen der f- und g-Linien. Mäuseauswurf fehlt allerdings fast ganz.

Nordhänge mit günstig gelegenen Fixpunkten stehen im Gebiet der Schönfeldalmen nicht zur Verfügung. Als Ersatz wurden am Spitzingsattel (flachgründiger Boden auf Plattenkalk) einige Lotlinien angelegt, deren Meßergebnisse aber infolge Windeinwirkung unzuverlässig sind. Weiter westlich, im Kessel der Firstalm, war jedoch oberhalb der „Dreitannen" ein günstiges Gelände. In annähernd derselben Höhenlage wie am Süd- und Westhang der Wilden Fräulein konnten von einem Fixpunkt auf einer Rhätkalkrippe aus einige Lotlinien nach Westen in den freien Hang hinausgezogen werden.

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 13.10.57 und 8. 6. 58 bzw. 19. 8. 58 mm	mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
0,80				
	1 b	2 (Basis!)	V	schräg zum Hang unt. **Schub**
1,00				
	2 b	L	—	zertreten
1,00				
	3 b	4	V	in kl. Rinne zw. gr. Felsen
1,00				
	4 b	L	—	unter Graswasen
1,00				
	5 b	6	V	auf Graswasen
1,00				
	6 b	4	8 (Basis)!	allgem. **Schub**/ziemlich schräg

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 13. 10. 57 und 8. 6. 58 bzw. 19. 8. 58 mm	mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
1,00				
	7 b	2	L	zw. Steinen/beim Suchen!
1,05				
	8 b	3 (aufw!!)	V	in dichtem Moos
1,00				
	9 b	4	6	fast überwachsen, unterh.
1,00				**Schub**
	10 b	L	—	zertreten } Gelände wird etw.
1,00				} steiler (40° NNW)
	11 b	L	—	— — — }
1,00				
	12 b	7	V	unter faustgr. eingesunk. Felsen
0,96				
	13 b	10	V	unterh. ziemlich steil
1,00				
	14 b	9	15	unterh. steil (55°) einzelne Graspolster
1,00				
	15 b	11	18 (Basis!)	3 cm ö. Felsblock d. Frost herausgeschoben/fr. Kuhtritt
1,00				
	16 b	10	V	in kl. Rinne, dichter Grasw.
1,00				
	17 b	10	14 (Basis!)	in kl. Mulde unter torsogr. Felsblock/leicht schräg
1,00				
	18 b	15	L	unter kopfgr. Fels, der durch Frost herausgeschoben
1,00				
	19 b	12	V	moosig, 30°, unterh. Kuhtritt
1,00				
	20 b	11	V	zieml. flach, wenig Felsen
1,50				
	21 b	13 (Basis!)	V	Fels durch Frost etw. herausgeschoben
1,00				
	22 b	13	V	neben tief eingesunk. Felsblock
1,50				
	23 b	11	14	zieml. flach (15°) wenig Felsen
1,00				
	24 b	12	L	oberhalb frischer Kuhtritt des Vorjahres
0,80				
		Rohr C		
1,00				
	1 c	20 (Basis!)	L	auf Wulst, etwas geneigt
1,00				
	2 c	L	L	zertreten

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 13. 10. 57 und 8. 6. 58 bzw. 19. 8. 58 mm	mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
1,00	3 c	V	—	— — —
1,00	4 c	15	V	am ob. Rand eines kl. Steilstückes
1,00	5 c	12	V	locker! Im Moos!
1,00	6 c	18	18	unter kleiner Wulst im Moos!
1,00	7 c	15	15	oberh. einer kl. Kante
1,00	8 c	12	13	in Mulde unterh. eines kl. Steilstückes
0,80	9 c	9	V	noch in derselben Mulde
1,30	10 c	L	—	unter Graswasen, beim Ausgraben zerbrochen
1,00	11 c	6	8	im Moos unterh. eines kl. Felsen
1,00	12 c	8	L	unterh. tiefer Kuhtritt
1,00	13 c	9	25 (Basis!)	in kl. Mulde/durch frisch. Kuhtritt ausgequetscht
1,00	14 c	8	V	schräg oberhalb frisch gefallener Felsblock
1,00	15 c	5	14	ausgegraben! In kleiner Verflachung, durchfeuchtet
1,00	16 c	13	V	auf Rasen, durch Kuhtritt oberh. verdeckt
1,00	17 c	5	L	auf älterem Viehgangl, Umgebung felsdurchsetzt
1,00	18 c	T	V	durch Frost!
1,00	19 c	18	V	Moos! Wenig unterh. konvex
1,00	20 c	12	12	in älterem Kuhtritt
1,00	21 c	L	V	unter überwachsenem Graswasen; beim Ausgraben!
	22 c	10	L	fest neben eingesunkenem kl. Felsblock

Während in der Zeit von Oktober 1957 bis Mai/Juni 1958 nur etwa 10% der Steckerl zerstört wurden (wobei allerdings die Ursache vielfach unklar ist), waren 3 Monate später von den, vor Almauftrieb noch erhaltenen, rund 550 Steckerln nur mehr etwa 100 zu vermessen. Die Unstimmigkeit von rund 20% unversehrter Steckerl der Lotlinien im Zeitraum Oktober 57 bis August 58 gegenüber 30—35% erhaltener Steckerl der „Reihen" in der Zeit von August/September 57 — Mai 58 erklärt sich trotz der kürzeren Dauer, der die Steckerlreihen den Hufen des Almviehs ausgesetzt waren, aus der größeren Höhe (etwa 2—3 cm und senkrecht zum Hang!), die im August/September beim Anlegen der Reihen eingehalten wurde. Andererseits waren die Steckerl der Lotlinien doch gelegentlich, wenn auch unbewußt, geschützter neben Felsen, auf Rasenflächen oder näher beisammen in die Steilseiten der Viehgangeln gesetzt worden. Dazu kommt ihre geringere Höhe über dem Boden (1—$1^1/_2$ cm). — So bleibt es also im wesentlichen bei einer gewissen Übereinstimmung, daß durchschnittlich 60—70% der Steckerl pro Sommer zerstört werden, was ebenfalls einer vom Viehtritt betroffenen Fläche von 30% des Almbodens entsprechen dürfte.

Die von den Steckerln zurückgelegten Strecken müssen insofern korrigiert werden, als die Bewegung des Bodens ja eigentlich schräg abwärts vor sich geht, die Messung jedoch in der Horizontalen erfolgte. Bei einer Abweichung der nächsten Umgebung der Marken von der allgemeinen Hangneigung (30°) um $\pm$ 10—20° müßte also die gemessene Strecke um etwa $^1/_3$ verlängert werden, was besonders bei den Lotlinien b und c zu berücksichtigen ist.

Um nun einen Überblick über die unterschiedliche Bewegung innerhalb der einzelnen Lotlinien zu erhalten, wurden die in den Tabellen aufgeführten Angaben in einer einfachen graphischen Darstellung wiedergegeben. Sie ermöglicht eine klare Übersicht über das Verhalten der meisten Steckerl bzw. des Bodens, in dem sie stecken. Ausgehend von einer Geraden, auf der die Fixpunkte bzw. die Rohre eingezeichnet sind, und auf der sich im Vorjahr sämtliche Steckerl (der Lotlinien) befunden haben, sind nun die gegenwärtigen Standpunkte angegeben. Die wenigen bei der zweiten Messung erhaltenen Steckerl wurden einfach durch einen weiteren Punkt (mit kleinem Kreis) unterhalb eingezeichnet, während die Ausfälle der ersten Messung durch die entsprechenden Zeichen (L = abgebrochen, V = nicht wiedergefunden usw.) angegeben wurden. Bei ungenauen Messungen (i. a. „Basis!") wurde ein kleiner Schrägstrich (/) an der betreffenden Stelle eingezeichnet. Die zurückgelegte Entfernung (Horizontalmessung!) ist im Maßstab 1:1 wiedergegeben, für den Abstand der Steckerl untereinander mußte sie stark verkürzt werden (1:100).

Dabei zeigte nun die Doppellinie f-g ein für den ganzen Südhang der Wilden Fräulein, sowie auch für die tiefer gelegenen Teile der

Brecherspitze typisches Bild. Bei durchschnittlich sehr kleinen Beträgen bleibt ein großer Teil überhaupt „ortsfest". Sie wurden also auf oder etwas unterhalb der Linie eingezeichnet. Der Standplatz dieser Steckerl war mit wenigen Ausnahmen (10 f, 16 f, 14 p) entweder in einer kleinen Verebnung oder in einer der **Zerr**-Flächen, gelegentlich auch etwas oberhalb von Zerrungsrissen. Viele dieser Steckerl, die in Kuhtritten oder kleinen Mulden standen, waren von dem herabbröckelnden Erdreich teilweise oder ganz verschüttet worden. Ebenso ausgeprägt ist das Auftreten von ortsfesten, aber häufig verschütteten Steckerln an Hängen in West-Exposition (Beispiel Lotlinie p).

Daß aber einige Teile des Bodens eine, wenn auch geringe Abwanderung in der Zeit zwischen November und Mai ausgeführt haben, zeigen die übrigen Steckerl. Aufschlußreich ist in dieser Beziehung die Abnahme der Anzahl im Verhältnis zur Entfernung. So stehen den rund 230 Stellen, an denen der Boden keine meßbare Bewegung hatte, etwa 90 gegenüber, die 2 mm gewandert sind; weitere 65 sind 3 mm und 40 Stück sind 4 mm abwärts gerückt (12 St.. 5 mm, 7 St. 6 mm, 3 St. 7 mm, 14 St. 9 mm, 18 St. 10—15 mm und 22 St. darüber). 6 Steckerl mit größeren Strecken (50—1 250 mm) sind in der Hauptsache auf das Abrutschen bzw. Kippen von Graswasen zurückzuführen und fallen für Betrachtungen hinsichtlich der **Boden**bewegung aus. Sie stellen eigentlich ein vergrößertes „Abbröckeln" dar und sind mit Hilfe der Steckerl-Methoden wohl kaum zu fassen. Allgemein ergibt sich als Überschlagszahl, daß über $^2/_5$ des Bodens an Südhängen insofern keine Bewegung (0—1 mm) ausführt, als man darunter ein mehr oder minder zusammenhängendes, flächenhaftes Abwandern versteht, weiter $^2/_5$ entsprechen dieser Ansicht (2—5 mm) und das letzte Fünftel hat Beträge bis zu 1,25 mm („Basis"!) zu verzeichnen und zeugt damit von einem Bewegungstyp, der dem bereits besprochenen Ausbrechen, Kippen, Abrutschen von größeren Rasenstücken entspricht.

In diesem Zusammenhang bedarf der Ausdruck **Zerr**-Fläche einer gewissen Korrektur. Von den etwa 35 Steckerln, die in ihnen standen, haben nur 7 eine nennenswerte Bewegung ausgeführt. Demnach findet also nicht so sehr **in** ihnen die Abwanderung statt, als daß vielmehr nach dem Auseinanderreißen des Rasens, der untere Teil anscheinend verhältnismäßig schnell abwandert, das oberhalb befindliche, grasfreie Stück im Sinne der Bewegung jedoch ziemlich zurückbleibt, wenn man von der mit Steckerl und Maßstab nicht meßbaren Bewegung von Krümeln über sie hinweg, absieht.

Betrachtet man im Gegensatz dazu die graphische Darstellung der beiden nordexponierten Lotlinien (b-c) im Gebiet der Dreitannen, so kann man auch hier die Steckerl in bezug auf die zurückgelegten Strecken in einzelne Gruppen zusammenfassen. Einer verhältnismäßig

großen Zahl von Steckerln (25 St.), die 8—12 mm zurückgelegt haben, und damit auf eine ziemlich starke Bodenbewegung hinweisen, stehen etwas weniger (18 St.) mit den an Südhängen üblichen Entfernungen von 2—5 mm gegenüber. Auffallend ist, daß nicht ein Steckerl an seinem Platz vom Oktober des Vorjahres stehen geblieben ist. Die „aus der Reihe tanzenden" Steckerl (20—30 mm) finden sich nicht nur auf überwulsteten oder absitzenden Rasenstücken, sondern es muß vor allem auch ihr Standplatz im Moos mit zur Beurteilung herangezogen werden. Die anormal starken Veränderungen (6 c, 18 c, aber auch 8 b aufwärts!) können wohl den Wirkungen von Frost, Wachstum usw. zugerechnet werden; ihnen ist also keine Bedeutung beizumessen.

Allgemein dürfte für Nordhänge in 1 200—1 400 m Höhe ein Durchschnittswert von 8—10 mm pro Winterhalbjahr anzunehmen sein. Die verhältnismäßig kurzen Wanderstrecken in der Nähe des Fixpunktes (2 b—9 b) lassen die Vermutung aufkommen, daß eine gewisse „bremsende" Wirkung der nach Westen untertauchenden Oberrhätkalkrippe zur Geltung kommt. Dies findet auch in der Steilheit der Gehänge den entsprechenden Ausdruck, denn der nun leicht nach WSW umbiegende Hang wird jenseits der anstehenden Rippe wesentlich steiler und „schneller". Auch durch Frostschub bewegte bzw. herabgestürzte Felsen mögen, wenigstens in ihrer nächsten Umgebung, das Abwandern gefördert haben: 18 b, 22 b, 14 c.

Andererseits scheint die Annahme einer stärkeren Bewegung im freien Hang durch die einheitliche Verlangsamung ab 9 c widerlegt zu sein. Der Erklärungsversuch, daß durch die Annäherung der horizontalen Lotlinien an den sich senkenden Grat nun allmählich bedeutend weniger Boden oberhalb und damit weniger **Schub** vorhanden ist, läßt sich infolge des Fehlens weiterer Lotlinien in diesem Gebiet nicht erhärten.

Ein Vergleich der im August noch erhaltenen Steckerl in bezug auf ihre Wanderstrecken im Winter/Frühjahr und im Sommer ergibt wohl wiederum eine Bestätigung der starken Beanspruchung des Rasens durch das Almvieh und damit im Zusammenhang den Hinweis auf ein Abwärtsdrängen einzelner Graswasen (3 f, 4 f, 21 g, 13 c), erfordert aber allgemein große Vorsicht in der Beurteilung, da die geringe Zahl der zur Verfügung stehenden Messungen keinerlei feste Aussagen zuläßt. Immerhin zeigen die wenigen, in **Zerr**-Flächen erhaltenen Steckerl auch jetzt keine nennenswerte Bewegung.

Eine Gegenüberstellung der Lotlinien am Süd- bzw. Nordhang in bezug auf die Denudation ganz allgemein führt zu einigen bemerkenswerten Ergebnissen. Während südseitig bei etwa 40% der Marken keine Bewegung nachgewiesen werden konnte, ist bei den Lotlinien in Nordexposition überhaupt kein ortsfestes Steckerl zu verzeichnen. Das hängt wohl nicht nur mit den allgemein größeren Beträgen am

Nordhang zusammen, sondern dort dürfte der ganze Boden einen bedeutend stärkeren inneren Zusammenhang aufweisen. Wenn dann auch einmal ein Steckerl im Stau eines großen Felsblockes oder unter einer Druckwulst stand, wo wurde es durch die nachschiebenden Massen seitwärts abgedrängt. Die Hauptursache für diese unterschiedliche Bewegung liegt sicherlich in dem, durch die Exposition bedingten größeren Feuchtigkeitsgehalt des Bodens. Zwar weist das Gebiet westlich oberhalb der Dreitannen bedeutend mehr Unebenheiten auf und ist auch etwas steiler als der vergleichbare Südhang bei den Wilden Fräulein, aber die eigentlich für die Messung wichtigen Hangpartien sind weder in Quellmulden gelegen noch stark konvex ausgebildet. Wichtig jedoch ist, daß der Boden am Nordhang fast das ganze Jahr über etwas feucht ist, zur Zeit der Schneeschmelze ist er sogar richtig schmierig. Nur in einzelnen kleinen Hangstellen gegen den Grat zu kam es während des Sommers in Kuhtritten gelegentlich zu jenem Abbröckeln, wie es für die ausgetrockneten Rasenflächen der Südhänge charakteristisch ist.

Hinsichtlich der Ausmaße, die die Bewegung in den beiden hauptsächlichen Untersuchungsgebieten erreicht, ergibt sich ein starkes Überwiegen der Nordexposition, was sowohl in der größeren Anzahl bewegter Steckerl als auch in den durchschnittlich dreimal so weiten Strecken zum Ausdruck kommt.

Da nun aber **Zerr** vorwiegend in Südexposition auftritt und auf den **Zerr**-Flächen, in den größeren und kleineren Abrißnischen, in den Kuhtritten usw. infolge der starken Austrocknung im Sommer die Bodenkrümel über die grasfreien Flecken herunterrieseln und dabei einen Weg von mehreren Zentimetern zurücklegen, scheint hier ein gewisser Ausgleich gegeben zu sein. Außerdem erfolgt ja auch auf etwa $^2/_5$ der Fläche eine Bewegung, wie sie in den durchschnittlich 2—5 mm langen Wanderstrecken (pro Winter/Frühjahr) festgestellt werden konnten. Diese dürfte übrigens ebenfalls ihre Ursache in der kurzzeitigen Durchfeuchtung des Bodens im Spätherbst und zur Zeit der Schneeschmelze haben.

Faßt man nun diese beiden Formen der Abtragung an den Südhängen in bezug auf die Menge des transportierten Materials zusammen, so dürfte sie zwar der mehr zusammenhängenden, mehr gleitenden **Schub**-Masse an den Nordhängen nicht ganz entsprechen, jedoch im Zusammenwirken mit den ausbrechenden Rasenstücken an den Südhängen, wenigstens in größeren Hangpartien, doch die Waage halten. Allerdings ließen sich hierfür keine sicheren Anhaltspunkte gewinnen.

Theodolit-Steckerl

Schon beim Einmessen der Eisenrohre für die Lotlinien wurden einzelne, an günstigen Hangpartien plazierte Steckerl mit aufgenommen.

Daneben aber wurden dann im Spätherbst 1957, als der Boden schon stellenweise gefroren war, nochmals über 100 Steckerl in die tiefer gelegenen Südhänge gesteckt und eingemessen. Diese Methode ist zwar bedeutend zeitraubender und anstrengender, auch werden i. a. beim Aufsuchen mehr zertreten, aber sie ermöglicht es, auch die Steckerl sozusagen „individuell" an aufschlußreiche Stellen zu setzen oder sie in der Fallinie untereinander auf einige Meter Länge aufzureihen und so an kleineren konvexen bzw. konkaven Hangpartien das Auseinander- oder Zusammenrücken der Rasendecke zu erfassen. Außerdem ist man von der Witterung (Wind, Nässe) nahezu unabhängig. Nach den im Frühjahr und Sommer 1958 erfolgten zweiten und manchmal dritten Messungen war die Ausrechnung der Strecken verhältnismäßig einfach. Einige zunächst unerklärliche „Bewegungen" stellten sich dann als Meß- bzw. Rechenfehler heraus. Sie erklären sich vielfach aus der Schwierigkeit, die Mitte der 4 mm dicken Steckerl auf kurze Entfernung (15—50 m) genau ins Fadenkreuz zu bekommen. Wenn man aber allgemein nur die auf- oder abgerundeten Millimeter-Zahlen in Betracht zieht, so entsprechen die Beträge ziemlich genau denen der Lotlinien.

So ergaben die in ganz flaches, eingemuldetes Gelände (Akkumulationsfläche?) wenig nördlich des Weges zur Unteren Firstalm auf etwa 1 220 m gesteckten Steckerl folgende Resultate:

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 16. 11. 57 und 26. 4. 58 mm	Bemerkungen (Standort)
	1 Ke	1,3	in dichtem Gras
0,80			
	2 Ke	0,3	(10° S) mit einzelnen Kuhtrit-
1,00			ten
	3 Ke	0,3	einzelne Kuhtritte
1,10			
	4 Ke	—	V
1,20			
	5 Ke	2,0 (aufwärts!)	Meßfehler! — In festem,
2,20			dichtem Graswasen
	6 Ke	1,1	in größerer flacher Mulde
3,60			
	7 Ke	1,8	in größerer Mulde, etwas
0,90			feucht
	8 Ke	0,2	auf flachem, kurzem Rücken
1,80			
	9 Ke	0,2 (aufwärts!)	fast ebenes Hangstück

Vom selben Standpunkt aus wurden noch 8 Steckerl nach Westen vermessen. Auch sie erreichten keine nennenswerten Beträge.

Im Osthang der Bodenschneid war es nur nach einer Richtung möglich, etwa 25 Theodolit-Steckerl in den Boden zu setzen. Bei einer allgemeinen Hangneigung von 30—35° gab es in den kleinen Steilseiten der Viehgangeln Stellen mit 40—45°.

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 16. 11. 57 und 24. 5. 58 bzw. 11. 7. 58 mm	mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
	1 B	L	—	einzelne **Zerr**-Formen
4,40				
	2 B	L	—	flache Mulde
1,80				
	3 B	2,2	2,5	allgemeine Hangneigung, dichter Graswuchs
1,40				
	4 B	1,8	2,0	in der Steilseite eines Viehgangels
0,14				
	5 B	1,0	0,8	in kl. **Zerr**/Meßfehler!
1,35				
	6 B	1,7	1,7	in der Steilseite eines Viehgangels
2,05				
	7 B	2,3	2,2	am unteren Rand derselben Steils. fast verschüttet.
1,55				
	8 B	2,8	2,3	in demselben kl. Knick/Meßfehler!
1,10				
	9 B	1,6	2,2	in kleinem **Zerr**-Riß
1,20				
	10 B	3,1 (Basis!)	3,0	auf kl. flachem Rücken, hangabw. geknickt (Schnee?)
1,00				
	11 B	L	—	— — —
2,60				
	12 B	1,2	V	verhältnism. flache, nähere Umgebung
1,75				
	13 B	0,3	L	in kl. Verebnung eines Viehgangels
1,50				
	14 B	1,5	1,9 (Basis!) 13,3 (Spitze)	zw. 2 verhältnism. flachen Viehgangeln/senkr. z. Hang
3,30				
	15 B	L	—	— — —
1,65				
	16 B	3,4	—	im Gegenhang eines kl. Grabens
1,30				
	17 B	L	—	hangabwärts gebrochen
1,30				
	18 B	1,2	—	in verhältnism. dichtem Gras
0,80				

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 16. 11. 57 und 24. 5. 58 bzw. 11. 7. 58 mm	mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
1,10	19 B	0,8	—	in kleiner, bewachsener Mulde
3,30	20 B	1,8	—	auf kl. Rücken am Rand eines Grabens
1,00	21 B	L	—	Gegenhang des Grabens
2,20	22 B	L	—	hangabwärts geknickt
	23 B	2,3	—	unter kl. Druckwulst

Ab Steckerl 14 B wurde keine dritte Messung mehr durchgeführt. Aber die Bewegungen lassen ganz allgemein wieder die Größenordnung der West- und Südhänge erkennen, wenn auch bedeutend mehr Steckerl durch Schneedruck hang**abwärts** geknickt wurden. Die Ursache hierfür liegt in den kleinen Grundlawinen, die im Frühjahr dort abgehen, wobei die mitgeführten Steine und Erdmassen auch gelegentlich den Graswasen abschürfen.

Außerdem ist noch auffallend, daß nahezu jedes einzelne Steckerl eine, wenn auch kurze Strecke zurückgelegt hat. Insofern gleicht die Bewegung, wohl infolge der verhältnismäßig großen Schneemengen, die im Laufe des Frühjahrs langsam abschmelzen, mehr dem feuchten Typ an den Nordseiten. Andererseits stimmen die größeren Strecken in den Gräben und Racheln mit den Beobachtungen in **Zerr**-Gebieten und den Messungen der Lotlinien dort überein.

An dem Südhang nordwestlich der Münchener Hütte wurde kurz vor dem ersten endgültigen Schneefall noch ein System von Theodolit-Steckerln angelegt, die wiederum die Ergebnisse der früheren Messungen im großen und ganzen bestätigen. Dieser Hang war erst vor 30—40 Jahren gerodet worden (Windbruch) und ist von ziemlich unruhiger, zerrissener Oberflächengestaltung. Ein günstig gelegener Standpunkt ermöglichte es dort, über einen kleinen Graben hinweg drei Vertikal-Reihen einzumessen. Dabei konnten verschiedene Formengruppen herangezogen werden.

So reichen die Steckerl der Reihe 1 S von der Hangfläche schräg abwärts in den Graben hinein.

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 26. 11. 57 und 26. 4. 58 bzw. 13. 7. 58 mm	mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
1,00	1 Sa	1,1	L	in festem Graswasen (25° S) /Kuhtritt!
1,20	1 Sb	3,2	5,5	(Basis!) genau am Abbruch,/oberh. frischer Kuhtritt
0,30	1 Sc	1,2	2,0	in **Zerr**-Fläche, fast verschüttet

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 26. 11. 57 und 26. 4. 58 bzw. 13. 7. 58 mm	mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
	1 Sd	1,5	1,4	in **Zerr**-Fläche/Meßfehler!
0,50				
	1 Se	L	—	auf kl. flachem Graspolster — Rotwild!
0,50				
	1 Sf	3,5 (Basis!)	V	in größerer, grasfreier Stelle,
0,20				hangabw. geneigt
	1 Sg	15,1 (Basis!)	V	auf einzelnem Graswasen,
0,20				ziemlich schräg
	1 Sh	5,2	L	am unt. Rand eines flachen
0,30				Rasenpolsters/durch Viehtritt
	1 Si	32,2 (Basis!)	V	Rasen von Schmelzwasser unterwaschen

1 Sg und 1 Si sind als Merkmale der Bodenbewegung nicht zu werten, zeigen jedoch wieder das Abbrechen und Auseinanderreißen der Graswasen im starken **Zerr.** Das Abwandern des Bodens selber jedoch bleibt auch hier in überraschend kleinen Beträgen, selbst wenn man die kürzere Zeitspanne zwischen den Messungen berücksichtigt. Offenbar findet die mehr zusammenhängende Gleitbewegung nur in den wenigen Wochen oder Monaten statt, da der Boden selbst (Schmelz?-) wassergetränkt ist.

Wenige Meter östlich konnten einige bewachsene Viehgangeln durch vertikal untereinander angeordnete Steckerl bewegungsmäßig erfaßt werden. Sie waren in 50 cm Abstand gesteckt worden.

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 26. 11. 57 und 26. 4. 58 bzw. 13. 7. 58 mm	mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
	2 Sa	1,0	2,1	gleichsinnige Hangneigung,
0,50				verhältnism. dichter Grasw.
	2 Sb	2,2	L	leicht konvex ohne Zerr-Er-
0,50				scheinungen
	2 Sc	2,7 (aufw.)	4,0	Meßfehler!/Außenrand einer
0,50				kl. Verebnung: ausgequetscht
	2 Sd	2,1	3,0	unter kl. Zerr-Riß in flacher
0,50				Steilseite (35°)
	2 Se	3,4 (Basis!)	V	Innenrand einer kl. Verebng.
0,50				
	2 Sf	1,4	1,4	in Steilseite, dichter Gras-
0,45				wuchs
	2 Sg	1,2	V	auf kl. Verebnung/viele Kuh-
0,50				tritte
	2 Sh	2,0	L	leicht konvex

Wiederum ist an dieser, vom Vieh stark frequentierten Stelle kein übermäßig starkes Abwandern festzustellen. 2 Sc ist typisch für die Kante am Rand von Viehgangeln, die Steilseite selber dagegen ist wohl infolge zusammenhängenden, dichten Graswuchses nicht allzusehr bewegt. Wahrscheinlich findet auch hier das Abwandern nur kurzseitig, eben zur Zeit der Schneeschmelze statt.

Ein etwa 50 qm großer, allseits konvexer Buckel in etwa 30 m Entfernung wurde mit 10 Steckerln im Vertikalabstand von 50 cm vermessen.

Entf. m	Nr.	Abwanderung zw. 26. 11. 57 und 26. 4. 58 bzw. 13. 7. 58 mm		mm	Bemerkungen (Standort) (/ = Charakteristik der zweiten Messung)
	3 Sa	0,6		L	ziemlich flach (15° S)
0,50					
	3 Sb	1,1		L	dichter Graswuchs
0,50					
	3 Sc	1,0		L	Neben altem Kuhtritt, etwa 25° S
0,50					
	3 Sd	1,1		1,6	in kl. **Zerr**-Riß/frischer Kuhtritt unterh.
0,45					
	3 Se	2,0		5,0	(Basis!) Außenrand eines undeutl. Viehgangels/oberh. fr. Kuhtritt
0,50					
	3 Sf	2,0		V	ziemlich steil 30° S Kuhtritt
0,50					
	3 Sg	1,8		L	in kuppigem, dichtem Graswasen
0,50					
	3 Sh	2,2	(Basis!)	V	dichter Graswuchs, leicht schräg
0,50					
	3 Si	0,3		L	am ob. Rand einer kl. Mulde, unerklärlich!
0,50					
	3 Sk	—		—	nicht zu finden!
0,50					
	3 Sl	1,2		1,1	verhältnism. flach, zahlreiche Kuhtritte

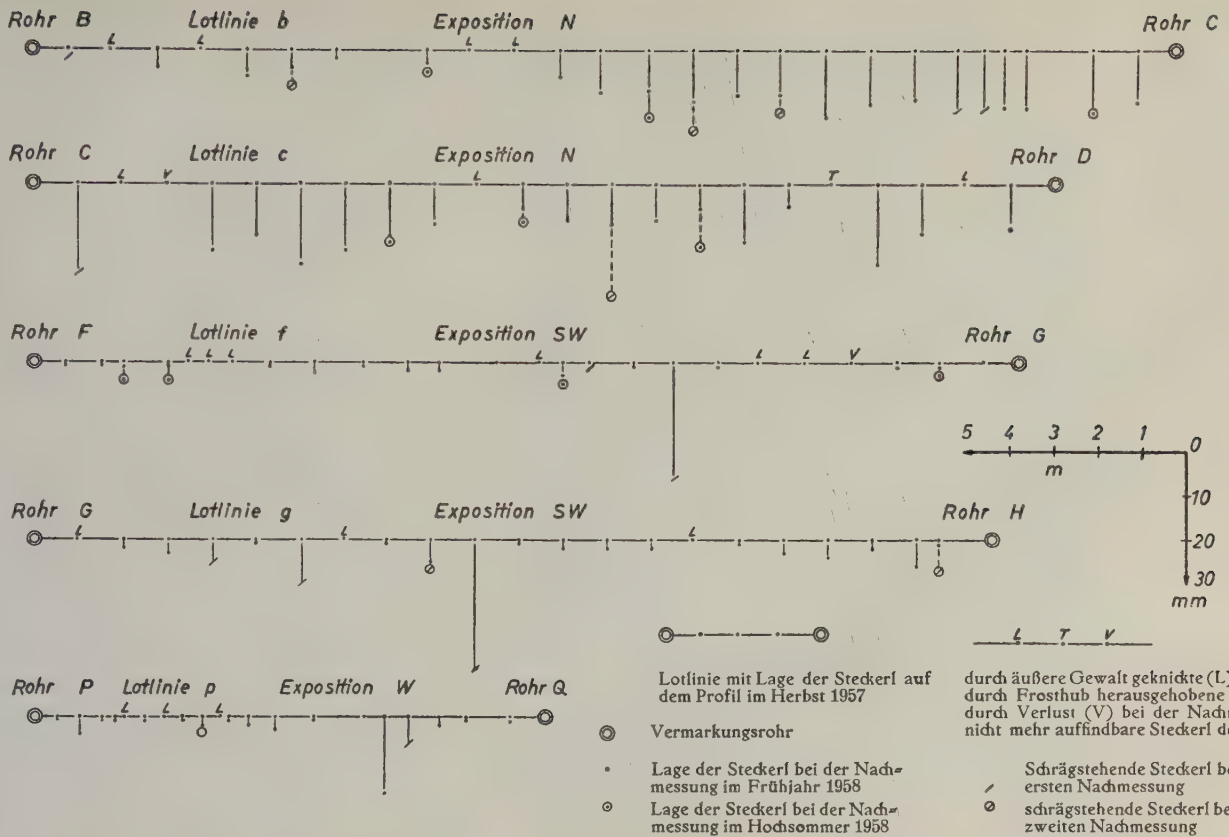
Abgesehen von den zahlreichen zertretenen Steckerln der zweiten Messung ist hier eine ziemlich kontinuierliche Zunahme der „Geschwindigkeit" auffallend, die sich aus der größer werdenden Steilheit erklärt. Es bleibt jedoch die Frage offen, was unterhalb von 3 Sl mit dem angewanderten Boden geschieht, denn dort findet sich kein Anzeichen für **Schub** bzw. **Zerr**; der Hang selber wird wieder flacher als er im Gebiet der Steckerl 3 Se—3 Sh war.

4. Zusammenfassung — Vergleich

Vergleicht man die Ergebnisse der Beobachtungen mit denen der Messungen, so zeigt sich eine gewisse Übereinstimmung. Den Gebieten mit **Schub** bzw. einheitlicher Bodenbewegung (vor allem der Hänge in Nordexposition) entsprechen die verhältnismäßig hohen Meßergebnisse von durchschnittlich 1—1,5 cm pro Jahr. Eine Überschlagsberechnung würde also etwa 12—20 cdm abwandernden Boden für ein Profil von 10 m Länge und ungefähr 10 cm Tiefe (normale Rasenmächtigkeit) ergeben.

Demgegenüber ist der Vorgang der Denudation an den sonnigen süd- und westexponierten Hängen bedeutend uneinheitlicher und zerrissener. An dort vorkommenden konvexen Hangpartien und in den periodisch wasserführenden Gräben treten vor allem **Zerr**-Formen auf. Die Abwanderung des Bodens in diesen Gebieten ist nur stellenweise meßbar und beträgt zwischen 0 und $^1/_2$ cm pro Jahr, so daß hier die Zahl von etwa 3—6 cdm für ein Profil von 10 m × 10 cm noch weniger Anspruch auf Verläßlichkeit hat, als die Überschlagszahl für abwandernden Boden in Nordexposition. Immerhin vermögen diese Werte einen Hinweis dafür zu geben, mit welchen Größenordnungen überhaupt bei der Denudation an Almhängen zu rechnen ist.

Vor allem an den süd- und westexponierten Hängen kommen aber noch das mit den verwendeten Methoden nicht faßbare Abbröckeln von Erdreich und Ausbrechen von Graswasen hinzu. Bei diesem nur sporadisch auftretenden Vorgang werden jedoch durchschnittlich Strecken von 5—20 cm zurückgelegt. Hierfür ist nun die Beweidung verantwortlich zu machen, denn angesichts der intensiven Bearbeitung des Bodens durch die Hufe des Almviehs bedarf es an den Hängen jeder Exposition nur der entsprechenden Voraussetzungen (Spannungen? Durchfeuchtung), und die Rasendecke wird aufgerissen um im **Schub** bald, im **Zerr** erst nach längerer Zeit wieder zusammenzuwachsen.


Rohr B
Lotlinie b
Exposition N
Rohr C
Rohr C
Lotlinie c
Exposition N
Rohr D
Rohr F
Lotlinie f
Exposition SW
Rohr G
5 4 3 2 1 0
m
10
20
30
mm
Rohr G
Lotlinie g
Exposition SW
Rohr H
Rohr P
Lotlinie p
Exposition W
Rohr Q
L T V
Lotlinie mit Lage der Steckerl auf dem Profil im Herbst 1957
durch äußere Gewalt geknickte (L), durch Frosthub herausgehobene (T) und durch Verlust (V) bei der Nachmessung nicht mehr auffindbare Steckerl der Lotlinie
Vermarkungsrohr
Lage der Steckerl bei der Nachmessung im Frühjahr 1958
Lage der Steckerl bei der Nachmessung im Hochsommer 1958
Schrägstehende Steckerl bei der ersten Nachmessung
schrägstehende Steckerl bei der zweiten Nachmessung
(beide Signaturen bezeichnen Annäherungswerte)

Ampferer, O.: Über die Entstehung der Hochgebirgsformen in den Ostalpen. Zs. d. Dt. u. Ö. AV. Bd. 46 1915.

—, Analysis of Landslides, Highway Research Board, Bull. 49, Washington, 1952.

Brandt, K.: Gehängenischen und Schneeschmelze. Geogr. Zs. 1916.

—, Beiträge zur Kenntnis der Rasenabschälung. Geogr. Zs. 1917.

Büdel, J.: Eiszeitliche und rezente Verwitterung und Abtragung im ehemals nicht vereisten Gebiet Mitteleuropas. P. Mitt. Erg. Heft 229.

Dacqué, E.: Geologische Aufnahme des Gebietes um den Schliersee und Spitzingsee in den oberbayerischen Alpen. München 1912.

Kraus, E.: Bodenkunde. Handbuch der Geophysik, Bd. III Berlin 1940.

—, Über Grundlawinen. Zs. d. Dt. Geol. Ges., 1938, 4.

Krumme, O.: Frost und Schnee in ihrer Wirkung auf den Boden im Hochtaunus, Rhein-Main-Forschungen Heft 13, Ffm. 1935.

Laatsch, W.: Dynamik der deutschen Acker- und Waldböden. Dresden und Berlin 1944.

Lehmann, F. W.: Fragwürdige Anzeichen für Gekriech. P. Mitt. 66/1922.

Levy, F.: Quartäre Formentwicklung der Schlierseer Berge und ihrer Nachbarlandschaft. Ostalpine Formenstudien I, 2 Berlin 1922.

Sapper,: Rasenabschälung. Geogr. Zs. 1915.

Penck, W.: Wesen und Grundlagen der morph. Analyse. Sächs. Ak. d. Wissensch., math.-Phys. Kl. Leipzig 1920.

—, Über den Gang der Abtragung. Mitt. d. Geogr. Ges. Wien 1928.

Stiny, J., Die Muren. Innsbruck 1910.

Schmid, J.: Der Bodenfrost als morphologischer Faktor. Heidelberg 1955.

Wandel, G.: Neue vergleichende Untersuchungen über den Bodenabtrag an bewaldeten und unbewaldeten Hangflächen in Nordrheinland. Geol. Jahrbuch Bd. 65, Hannover/Celle 1950.

Lebenslauf

Ich bin am 11. Juli 1922 in München als Sohn des Steuersekretärs Josef Klinger und seiner Ehefrau Karoline, geb. Eckel, geboren. Nach 5 Klassen Volksschule trat ich 1934 in die Oberschule an der Klenzestraße über und besuchte bis zu meiner Einberufung im Oktober 1941 7 Klassen.

1942 wurde ich im Kaukasus schwer verwundet (Schädelbasisbruch) und erhielt nach meiner Genesung ein Semester Studienurlaub (SS 1943 in München). 1945/46 konnte ich in München mein Studium wieder aufnehmen und in den Jahren 1948/50 mit der Wissenschaftlichen Prüfung für das Lehramt an Höheren Schulen abschließen. In dieser Zeit hatte ich mich bei Herrn Prof. Dr. O. Jessen um ein Thema für eine Dr.-Arbeit beworben. 1951 wurde ich nach Ableistung des Vorbereitungsdienstes an das Domgymnasium Freising versetzt.

Von Herrn Prof. Dr. H. Louis erhielt ich im Jahre 1953 das Thema „Beobachtungen über die Denudation im Spitzingseegebiet" zur Bearbeitung. Infolge der längere Zeiträume erfordernden Beobachtungen zog sich die Bearbeitung ziemlich hinaus. In der Zwischenzeit wurde ich nach Ingolstadt, Dachau, München (Rupprecht-Oberrealschule) versetzt. Im Sommer und Herbst konnte ich die Arbeit abschließen. Am 22. November 1958 vermählte ich mich mit Fräulein Liselotte Nürbauer.